Massentransport

Ein Hand- und Lehrbuch

über

Förder- und Lagermittel für Sammelgut

Von

M. Buhle

ord. Professor für Maschinenelemente, Hebe- und Transportmaschinen
an der Kgl. Techn. Hochschule in Dresden

Mit 895 Abbildungen und 80 Zahlentafeln

Stuttgart und Leipzig
Deutsche Verlags-Anstalt
1908

Druck der Deutschen Verlags-Anstalt in Stuttgart
Papier von der Papierfabrik Salach in Salach, Württemberg

Gewidmet sei dieses Buch

meiner lieben Frau

in herzlicher Dankbarkeit für ihre treue, unermüdliche Hilfe

Vorwort

Wie jedes Ding, so hat auch ein Buch seine Geschichte, und besonders seine Entstehungsgeschichte muss zu seinem Verständnis und bei seiner Beurteilung in erster Linie berücksichtigt werden, und darum sei an den Anfang die Darstellung von der Entwicklung dieses Werkes gesetzt.

Ausgangspunkt für des Verfassers Arbeiten über **Massentransport** (Förder- und Lagermittel für Sammelgut) innerhalb des grösseren Rahmens seines Sonderfaches und Lehrgebietes „der Betriebsmittel des Eisenbahn- und Transportwesens" sind die Getreidespeicher gewesen, für welche der unerlässliche „Weltmassstab" auf ausgedehnten Reisen gewonnen wurde. Diese besonders gegen Ende des letzten Jahrzehntes unternommenen Reisen führten von selbst zum unmittelbaren Studium des Weltverkehrs überhaupt und zugleich zu der Erkenntnis, dass damals in Europa die namentlich durch die Zusammenlegung der Energieerzeugungsanlagen notwendig werdende mechanische Beförderung und Lagerung von schwerem Schüttgut (Kohle, Erze, Erden u. s. w.) noch verhältnismässig wenig bekannt und in Gebrauch waren. Ein umfangreiches, wirtschaftlich überaus bemerkenswertes Gebiet, das bis dahin auch literarisch durchaus nicht seiner grossen Bedeutung entsprechend gewürdigt war, tat sich auf, und da es galt, dasselbe tunlichst schnell erschliessen zu helfen durch das Bestreben, seine Entwicklung durch richtige und wichtige Anregungen so gesund wie möglich zu gestalten, so wurden in zahlreichen Vorträgen und Aufsätzen, die der Verfasser später zu (vorbereitenden und zum Teil in mittlerweile vergriffenen) Büchern vereinigte, diejenigen Stoffe bezw. Fragen zuerst behandelt, die ihm als die bedeutendsten erschienen. Mit grosser Freude stellt der Verfasser hier fest, dass der Inhalt der letztjährigen Veröffentlichungen zum grossen Teil seinen früheren Anregungen und denen der auf dem gleichen Gebiet in gleicher Richtung arbeitenden Herren Fachgenossen mit zu danken ist. — Gar viele Interessentenkreise waren zu bedenken, zahlreiche Zeitschriften erbaten Beiträge, und so wurden in den Sammelwerken Wiederholungen unausbleiblich. Als die Erkenntnis von dem Wert des behandelten Gebietes wuchs, trat das Bedürfnis nach Zusammenfassung, nach mehrfach geordneter Darstellung auf; so entstanden des Verfassers Beiträge für die „Hütte" und für „Luegers Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften", und daraus entsprang endlich der Wunsch nach einem Hand- oder Lehrbuch für die Praxis im weitesten Sinne. Dieser Gang ist deutlich zu erkennen aus den lediglich aus diesem Grunde im Anhang auszugsweise wiedergegebenen Besprechungen von des Verfassers früher veröffentlichten Büchern seitens der Fach- und Tagespresse.

Mittlerweile ist nun auch die Möglichkeit, diesem Verlangen zu entsprechen, gegeben, weil der Boden bereitet, d. h. das Verständnis geklärt ist und auch die technischen Herstellungsgrundlagen für ein solches Werk geschaffen sind. Allerdings ist das Gebiet in lebhaftester Entwicklung begriffen, und es kann und will daher das vorliegende Buch nur den Anspruch darauf erheben, als eines der ersten eine wichtige Stufe dieser Entwicklung zu zeigen.

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Massenbewegungen können wohl als einige der technisch — wie wirtschaftlich — wichtigsten Merkmale unsers Kulturweges angesehen werden; denn mehr als auf den meisten andern Gebieten menschlicher Schaffenskraft kommt hier das Drängen nach unserm hohen Ziele, nach der Beherrschung von Raum und Zeit, zum Ausdruck.

Was den Gegenstand und den Zweck des vorliegenden Buches anlangt, so bekennt sich der Verfasser wiederholt zu der Ansicht, dass in der Industrie das

Bedürfnis nach Betriebssicherheit das Verlangen nach Ersparnis überwiegt. Die mechanische Beförderung grosser Massen gewährt beide Vorteile, behebt zugleich bis zu einem gewissen Grade die so oft beklagte Leutenot und führt dadurch zu einer menschenwürdigeren, gesunderen und wirtschaftlicheren (schnelleren) Arbeit. Auch im Hüttenwesen, beim Bau bezw. Betrieb von elektrischen Kraft- und Lichtwerken und in der Gastechnik liegen gegenwärtig die Fortschritte hauptsächlich noch auf maschinentechnischem Gebiet. Mit dem Hebevorgang wird heute gern der oft längere Transportvorgang verbunden; beide sind gleich wichtig und werden unter Umständen mit denselben Mitteln bewirkt. Immer häufiger begegnet man den Bezeichnungen: „Hebe- und Transportmaschinen", „Hochbahnkrane", „Lokomotivkrane", Kranlokomotiven" u. s. w.

In bezug auf die Eisenbahnbetriebsmittel, welche zur Beförderung von Sammelkörpern dienen, ist und bleibt vor allem die Tatsache wichtig, und sie kann nicht oft genug wiederholt werden: Wagen mit grosser Ladefähigkeit zur Beförderung von Sammelkörpern können nur als Selbstentlader ihren Zweck erfüllen in Verbindung mit entsprechend gebauten und angeordneten Be- und Entladevorrichtungen.

Vor wenigen Jahren noch standen beide Interessenten — die Eisenbahnverwaltungen sowohl wie die Grossindustriellen, Grosskaufleute u. s. w. — einander wartend gegenüber. Obwohl namentlich in Amerika schon seit geraumer Zeit die Technik — veranlasst durch die natürlichen Bedingungen des Landes und Volkes — die Mittel ausfindig gemacht hatte, um in dieser Beziehung ausserordentlich wirtschaftlich zu arbeiten, wollte bei uns keiner der Interessenten beginnen. Heute sind die ersten erfreulichen Anfänge in dieser Beziehung auch in unserm deutschen Vaterlande deutlich erkennbar; durch gleichzeitiges Vorgehen wird man zu gleicher Zeit zu dem für beide Teile erfolgreichen Ziele gelangen.

Dabei darf man nicht verkennen, dass zur gedeihlichen Lösung dieser wichtigen Aufgabe der Maschineningenieur — wie bei vielen andern Fragen — zusammengehen muss mit dem Architekten, dem Bau-, dem Hütten- und dem Schiffsingenieur. Ihr Kennen und Können muss sich ergänzen und gegenseitig aushelfen; eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit im Transportwesen kann nur dadurch erreicht werden, dass bis zu einem gewissen Grade jeder Ingenieur eindringt in dieses allen naheliegende Sondergebiet und dass der Transportingenieur seinerseits soweit als irgend möglich alle für ihn wichtigen Nachbargebiete zu erkennen versucht.

Ausdrücklich hervorgehoben sei noch, dass auf die nahezu lediglich das Eisenhüttenwesen betreffenden mechanischen Einrichtungen, wie sie in trefflicher Weise von Frölich in der „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure", von Stauber in „Stahl und Eisen" und von Michenfelder in „Dinglers Polyt. Journal" auch in ihren Ursprungs- und Folgeerscheinungen behandelt sind, in dem vorliegenden Werk absichtlich nicht eingegangen ist, um den Rahmen nicht zu weit auszudehnen; die Grenzen sind ohnehin schon reichlich bemessen. Doch gibt sich der Verfasser der Hoffnung hin, dass es ihm gelungen sein möchte, durch das aus dem erwähnten Luegerschen Werk übernommene Hilfsmittel der Literaturnachweise (wie auch zum Teil der Darstellung) den Inhalt des Werkes mit Rücksicht auf den grossen Umfang des behandelten Gebietes so knapp bemessen zu haben, wie es mit dem Zweck des Buches ihm vereinbar erschienen ist.

Die wirtschaftlichen Grundlagen und die wirtschaftlichen Folgen sind dem gesunden Zuge der Gegenwart entsprechend — soweit es irgend möglich war — stark betont.

Zum Schluss sei ganz besonders Herrn Professor Dr. Otto Lueger für seine überaus freundliche und selbstlose Verwendung sowie für seine kollegiale und tatkräftige Unterstützung, sodann aber auch allen dem Unternehmen wohlgesinnten Fachgenossen der verbindlichste Dank ausgesprochen.

Dresden, im Januar 1908.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis und Einteilung.

Abkürzungen.

Bücher:

T. H., I bis III = Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Massengütern).
T. L. = Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle.
Hütte = Ingenieurtaschenbuch „Hütte", 19. Aufl., I. Teil (desgl. 20. Aufl.).

Zeitschriften:

Deutsche Bauztg. = Deutsche Bauzeitung.
Dingl. Polyt. Journ. = Dinglers Polytechnisches Journal.
Elektr. Bahnen u. Betr. = Elektrische Bahnen und Betriebe.
Glasers Annalen = Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen.
Glückauf = Zeitschrift „Glückauf".
Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. = Schillings Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung.
Gewerbefleiss = Sitzungsbericht des Vereines zur Beförderung des Gewerbefleisses.
Stahl und Eisen = Zeitschrift „Stahl und Eisen".
Uhland = Uhland, Der praktische Maschinenkonstrukteur.
W. d. T. = Welt der Technik.
W. u. W. = Wasser- und Wegebau.
Zeitschr. f. Arch. u. Ing. = Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen.
Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. = Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.
Zentralbl. d. Bauverw. = Zentralblatt der Bauverwaltung.

Erster Abschnitt.

Einleitung.

(Wirtschaftliche Grundlagen.)

Unter Massentransport sei im allgemeinen verstanden die Beförderung von trockenflüssigen Sammelkörpern (Massengütern), und zwar im Zusammenhang mit der Lagerung [1].

Zu den Sammelkörpern gehören in erster Linie: Getreide, Kohlen, Erze, Erden; ferner Akten, Asche, Baggergut, Ballen, Bausteine, Beton, Bretter, Briefe, Briketts, Bücher, Cellulose, Dachziegel, Dünger, Eis, Farben, Fässer, Felle, Flaschen, Flaschenkisten, Fleisch, Formsand, Früchte, Gepäck, Geschosse, Glaswaren, Gips, Hadern, Häute, Holz, Holzabfälle, Holzkohle, Holzwolle, Kaffee, Kalk, Kaolin, Kartoffeln, Kartonnagen, Kies, Kisten, Knochen, Körbe, Koks, Korksteinplatten, Lederabfälle, Lohe, Malz, Mehl, Melasse, Menschen, Mörtel, Mosaikplatten, Müll, Munition, Obst, Pakete, Phosphate, Porzellanwaren, Rinden, Rohstoffe, Rüben, Säcke, Salze, Schamotte, Schlachtvieh, Schlacken, Schlamm, Schienen, Schnitzel, Schotter, Schutt, Späne, Staub, Steine, Steinschlag, Tabak, Ton, Tonnen, Tonwaren, Torf, Träger, Treber, Zement, Ziegel, Zucker, Zuckerrohr, Zündwaren u. s. w. — also mehlfeines, körniges und stückiges Gut aller Art. Die untere Grenze ist die Staubform (Mehl, Müll, Pulver, Späne u. s. w.), die obere Grenze bildet Massenstückgut (Kisten, Ballen, Tonnen, Hölzer u. dergl., d. h. also auch zu Einzelstücken vereinigte Sammelkörper).

I. Nach der Bauart der technischen Hilfsmittel[1]) kann man beim Massentransport unterscheiden:

1. Fördermittel.

Für A. **Einzelförderung in verhältnismässig kleinen Mengen:** a) wagerechte oder schwachgeneigte Förderung: Fabrikbahn, Gefällebahn, Grubenbahn, Hängebahn, Kabelbahn, Kettenbahn, Schwerkraftbahn (automatische Bahn), Seilbahn (Gleis- und Luftseilbahn), Selbstentlader (Schnellentlader); b) senkrechte oder starkgeneigte Förderung: Elevator (Aufzug), Kipper, Rutsche, Schrägaufzug (Hochofenaufzug); c) beliebig gerichtete Förderung: Greifer, Krane für Massentransport (Drehkran [Löffelbagger], Hochbahnkran, Kabelhochbahnkran), Kübel.

Für B. **Stetige Förderung:** a) wagerechte oder schwachgeneigte Förderung: Förderrinne (Schwinge), Gurtförderer (Transportband), Kratzer,

[1]) Diese Einteilung ist (meines Wissens erstmalig) von mir unter Voranstellung der Lagermittel — den Ausgangspunkt bildete der von mir im Jahre 1896 ausgearbeitete Beuth-Preisentwurf „Getreidesiloanlage für Berlin" (Glasers Annalen 1899, S. 17 ff.) — in meinem Privatdozentenkolleg über „Massentransport" (Berlin 1901) in den Grundzügen allgemein niedergelegt und später auch im besonderen in zahlreichen Vorträgen und Aufsätzen (vgl. Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern, II und III) sowie in der „Hütte", 19. Aufl., I. Teil, S. 1230—1273, durchgeführt und ebenfalls für die gegenwärtig im Druck befindliche 20. Auflage beibehalten (vgl. a. meinen nach den von mir im Auftrage der Berlin-Anhaltischen Maschinenbauaktiengesellschaft in Berlin bearbeiteten Prospekten verfassten Aufsatz in Schillings Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung: „Einrichtungen zur Beförderung und Lagerung von Kohlen, Koks und Reinigermasse für Gasanstaltsbetrieb" (Beginn: 15. Juni 1901, Nr. 24; s. daselbst „Förderungsarten" [„stetig" und „unstetig", Angabe der Richtung für die Unterteilung, Ausdrücke wie „wagerecht oder schwachgeneigt" u. s. w.]).

Rollenförderer, Schnecke, Stufenbahn; b) senkrechte oder starkgeneigte Förderung: Elevator (Paternosterwerk), Steigband; c) beliebig gerichtete Förderung: Bagger (Eimerkettenbagger, Saugebagger), Konveyor (Becherkette, Becherkabel, Becherseil), Druck- und Saugluftförderer, Druckwasserförderer (Ejektor, Spülversatz), Förderrohr, Rieselvorrichtung, Wendelrutsche.

2. Lagerungseinrichtungen.

A. **Gebäudelager** (Speicher, Magazin, Proviantamt): a) Bodenspeicher; b) Silospeicher.

B. **Haufenlager und Taschen**: a) Hochbehälter; b) Lager zu ebener Erde; c) Tiefbehälter.

II. Nach dem Verwendungszweck[1]) kann man die technischen Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Massengütern trennen in Vorrichtungen zum Löschen und Laden von Verkehrsmitteln (Schiffen [Schiffsbekohlung], Eisenbahnbetriebsmitteln [Lokomotivbekohlung] und Landfuhrwerk und in besondere Einrichtungen für Kesselhäuser (Kraft- und Lichtwerke), Pumpstationen, Krankenhäuser, Hotels, Warenhäuser u. s. w.), Gasanstalten (Kohlen, Koks und Reinigermasse), Hüttenwerke (Hochofenbeschickung), Anlagen für Städteversorgung und Städte- und Abwässer-Reinigungsanlagen (Müll- und Klärschlammverwertung) u. s. w.

III. sind möglich bezw. denkbar Einteilungen nach der Art der Stoffe oder nach den Materialien selbst oder eine lexikographische Behandlung. Das sind Anordnungen, die sich für das in Rede stehende Fachgebiet z. B. in Luegers Lexikon der gesamten Technik (Massentransport) finden bezw. sich auch dem am Ende dieses Buches angefügten Inhaltsverzeichnis entnehmen lassen.

In seinem ausserordentlich grossen Umfang und in seiner Vielgestaltigkeit ist die Bedeutung des Massentransportbegriffes begründet. Die folgende Zusammenstellung liefert einige Zahlen, welche die Grundlage bilden für die Beförderung und Lagerung von Massengütern; denn die ganzen Massen müssen mehrfach bewegt werden und bilden zum Teil nur Auszüge aus den eigentlichen Rohstoffen.

Es wurden gewonnen [2]:

Zahlentafel 1.

		Im Jahre 1890			Im Jahre 1900		
		in den Ver. Staaten von Nordamerika Millionen t	in Deutschland Millionen t	in Grossbritannien Millionen t	in den Ver. Staaten von Nordamerika Millionen t	in Deutschland Millionen t	in Grossbritannien Millionen t
Getreide	Weizen	10,9	2,8	2,1	14,2	3,8	1,5
	Roggen	0,8	5,9	unbedeutend	0,7	8,6	—
	Hafer .	9,0	4,9	3,0	13,9	7,1	2,8
Kohlen		142	90	185	24,1	150	230
Roheisen		9,3	4,3	8,0	14,0	8,2	9,0
Flusseisen . . .		4,3	2,2	3,6	10,8	6,7	4,8

[1]) Diese Einteilung wurde von mir in meinem ersten grossen Bericht über die letzte meiner zum Studium des Massentransportgebietes im Jahre 1898 unternommenen Reisen nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 270, und Anhang) gewählt (vgl. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1245 ff.), um in gleicher Weise Produzenten wie Konsumenten auf die grosse wirtschaftliche Bedeutung und Tragweite dieser Frage hinzuweisen (vgl. a. das Vorwort zum I. Teil meines Werkes „Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Massengütern)", Berlin (J. Springer) 1901 (vergriffen), abgedruckt auch im II. Teil, 1904 (vergriffen), und im III. Teil, 1906, sowie die Einleitung zu meinem ersten Buch, „Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohlen," Berlin (G. Siemens) 1899 (vergriffen).

Ein noch besserer Einblick in die bestehenden wirtschaftlichen Verhältnisse wird erhalten durch Betrachtung der Jahresbewegung eines bestimmten Massengutes in der Welt. Abb. 1 zeigt, dass von der 65430000 t (1 t = 1000 kg) betragenden Weizenwelternte im Jahr 1896[1]) rund 11134000 t nicht in den Ländern verzehrt worden sind, welche sie erzeugt haben. Abb. 2 gibt über Einfuhr und Ausfuhr der wichtigsten Gebiete im einzelnen Aufschluss [3].

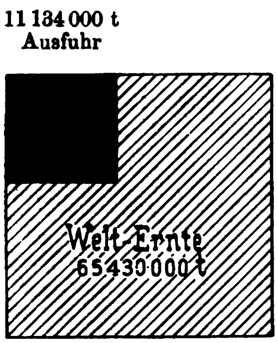


Abb. 1.

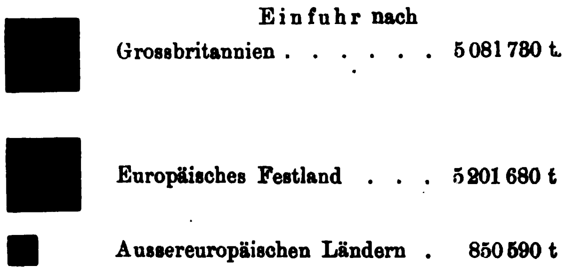


Abb. 1a.

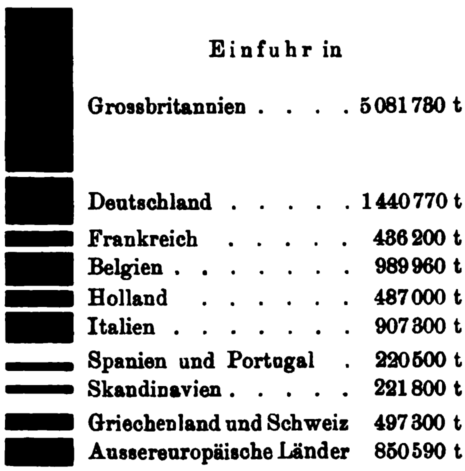


Abb. 2.

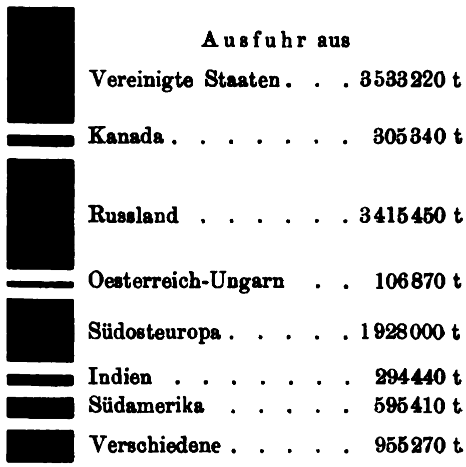


Abb. 2a.

Abb. 1 und 2. Darstellung der im Jahre 1896 erfolgten Bewegungen von Weizenkorn und -mehl.

Besonders bemerkenswert sind auch die folgenden Daten, die einerseits die Landwirtschaft, anderseits das Verkehrswesen sowie die Ausbildung der Lageranlagen vor allem in den See- und Flusshäfen (Städteversorgung) betreffen. Abb. 3 ermöglicht einen Vergleich zwischen der Weizenerzeugung (in England ist das Brotgetreide fast ausschliesslich Weizen, während in Deutschland auch der Roggen wesentlich dafür in Frage kommt) und der Einfuhr Grossbritanniens in den Jahren 1854/55, 1874/75 und 1895/96. Aus der Figur lässt sich sehr viel herauslesen: zunächst der Einfluss der Vervollkommnung der Verkehrsmittel und die dadurch ermöglichte Verbilligung der Transportpreise und sodann überaus wichtige Folgeerscheinungen in bezug auf die Lage eines Landes in Kriegszeiten und die sich daraus ergebenden Bedingungen für Zeiten des Friedens,

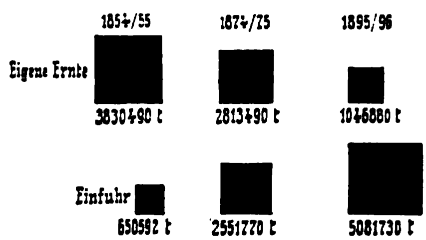


Abb. 3. Weizenernte und -einfuhr in Grossbritannien.

[1]) Es betrug die Ernte des Jahres 1906 in Millionen t (rund):

an	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	Kartoffeln	Mais
in der Welt . . .	98	52	31	61	140	95
in Deutschland . .	4	10	3	8,5	43	—

namentlich hinsichtlich der Entwicklung und Ausbildung der Handels- und der Kriegsflotten u. s. w. Hiernach hat sich das Verhältnis zwischen der Benutzung des eignen und fremden Bodens zur Beschaffung des wichtigsten Nahrungsmittels für England in 40 Jahren so ziemlich umgekehrt.

Oft genügt schon ein Jahr, um infolge von Zöllen, Missernten, neuen Transportlinien u. dergl. eine grosse Veränderung auf dem Getreidemarkt hervorzubringen. Abb. 4 ist in der Beziehung lehrreich; sie zeigt den bedeutenden

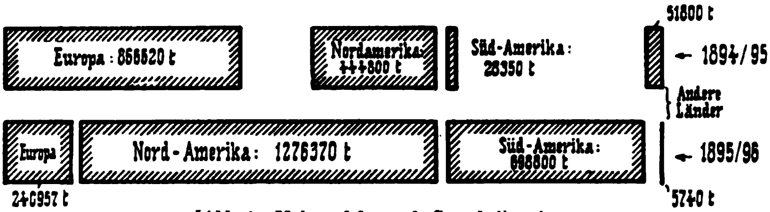


Abb. 4. Maisausfuhr nach Grossbritannien.

Rückgang in der Maislieferung für England aus Europa im Jahre 1895 und die ganz gewaltige gleichzeitige Zunahme der Ausfuhr aus Nord- und Südamerika.

Aus allem geht hervor, dass, während noch vor wenigen Jahrzehnten kaum nennenswerte Getreidebewegungen stattfanden, sich heute ein Ausgleich der Getreideerzeugung nicht nur in den einzelnen Ländern oder den einzelnen Weltteilen, sondern über die ganze Erde vollzieht. Die wachsende Nachfrage nach den Getreidevorräten der Welt hat in den letzten Jahren rückwirkend zu einer grossen Vermehrung des Getreidebaues geführt, und das daraus entstandene Bedürfnis nach schneller Beförderung und Umladung grosser Mengen von Korn hat wiederum entsprechende bauliche und mechanische Anlagen nötig gemacht und alle Vorratsbedingungen verändert.

Doch bedurfte es zur Erreichung der heutigen Förderleistungen und zur Bewältigung der gegenwärtig gebräuchlichen Lagermengen einer vieltausendjährigen Entwicklung, aus der später (s. Luftseilbahnen und Silospeicher) einige bemerkenswerte Stufen hervorgehoben werden sollen.

Zweifellos liegt aber das wirtschaftlich wichtigste Gebiet, das bei der Bewegung und Lagerung von Rohstoffen überhaupt in Betracht kommt, im Berg- und Hüttenwesen.

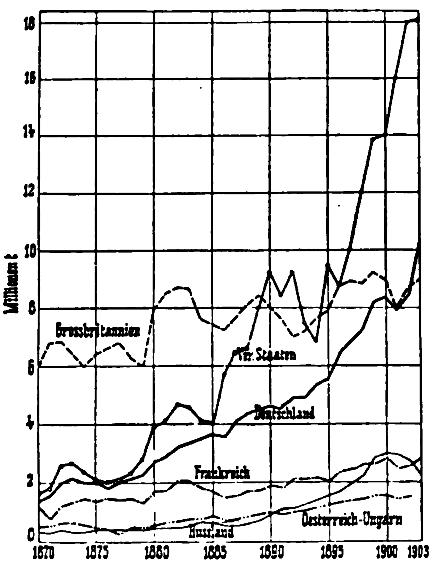


Abb. 5. Roheisenerzeugung der wichtigsten Länder.

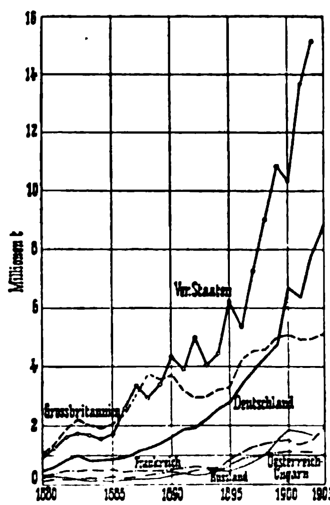


Abb. 6. Stahlerzeugung der wichtigsten Länder.

Abb. 5 zeigt die Roheisenerzeugung der wichtigsten Länder; die Vereinigten Staaten stehen mit 18 000 000 t (à 1000 kg) im Jahre 1903 an der Spitze; es folgen Deutschland mit 10 und Grossbritannien mit 9 000 000 t. In der Hervorbringung von Stahl folgen sich die genannten Länder (Abb. 6) mit etwa 16, 9 und 5 000 000 t. Abb. 7 veranschaulicht die Erzeugung und den Verbrauch an Roheisen in Deutschland allein (und zwar auf den Kopf der Bevölkerung berechnet), und Abb. 8 stellt die Ausfuhr von Eisen und Eisenwaren von Deutschland

sowie nur von Eisen für die drei bisher in Vergleich gezogenen Länder dar. Hier stand bis 1900 Grossbritannien weitaus an erster Stelle, im Jahre 1903 hat Deutschland sich an die Spitze gesetzt mit rund 3600000 t.[1])

So unscheinbar auch das Aeussere der Eisenerze ist, so beträgt doch nach O. Simmersbach, „Die Eisenindustrie" (Leipzig und Berlin 1906, B. G. Teubner),[2]) der Wert des aus ihnen erblasenen Roheisens mehr als das $1^1/_2$fache und der Wert der daraus hergestellten Eisen- und Stahlerzeugnisse mehr als das $5^1/_2$fache des Wertes der jährlichen Weltausbeute an Gold und Silber. Man geht nicht fehl, wenn man die Weltroheisenproduktion mit 2,8 Milliarden Mark und die Welterzeugung an Eisen- und Stahlfabrikaten mit 10 Milliarden Mark bewertet.

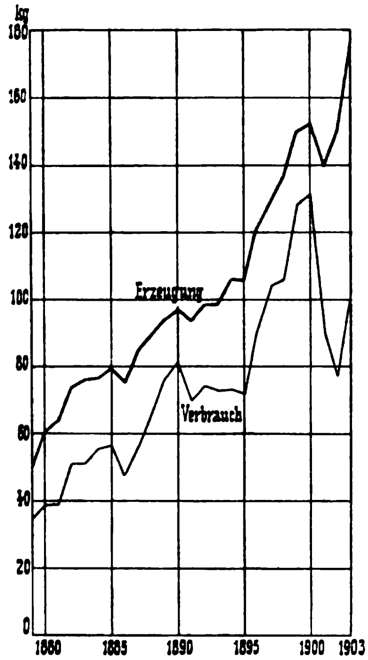


Abb. 7. Erzeugung und Verbrauch von Roheisen in Deutschland, bezogen auf den Kopf der Bevölkerung.

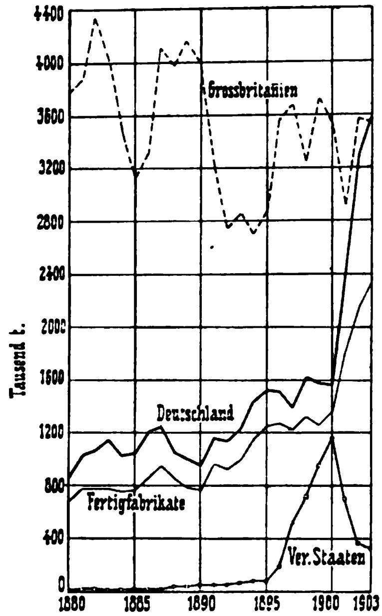


Abb. 8. Ausfuhr von Eisen und Eisenwaren.

Betrachtet man die Gesamtentwicklung der Weltroheisenerzeugung seit 1850 (Abb. 9 bezw. Zahlentafel 2), so fällt besonders die grosse, durch einen

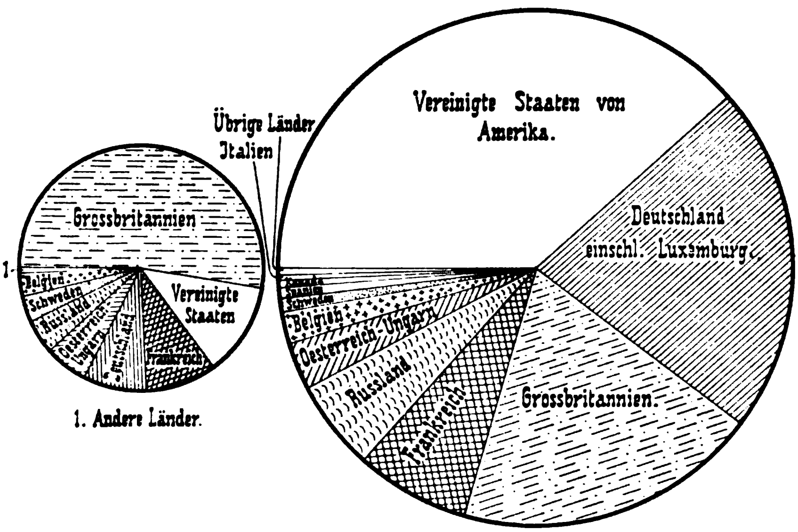


Abb. 9. Roheisenerzeugung der Welt 1850 und 1908.

ungewöhnlichen Aufschwung der amerikanischen und deutschen Roheisenindustrie bedingte Zunahme in den Jahren 1885—1890 und 1895—1900 auf.

[1]) Vgl. a. des Verfassers Aufsatz in der Leipziger Illustr. Zeitung 1908 „Ueber Wirtschaft und Technik der Massenförderung und -lagerung"; desgl. „Technik u. Wirtschaft" 1908, S. 48 ff.

[2]) Auch die Abb. 9—13 und 15, 16 sind diesem trefflichen Werk entnommen.

Insgesamt hat sich die Roheisenproduktion der Welt im Jahre 1903 gegenüber der des Jahres 1850 mehr als verzehnfacht.

Zahlentafel 2. Entwicklung der Welterzeugung an Roheisen bezw. Stahl von 1850—1903.

Jahr	Produktion von Roheisen in t (zu 1000 kg)		Produktion von Stahl in t (zu 1000 kg)	
1850	4 401 415	—	85 000	—
1855	6 150 000	(40)[1]	120 000	(41)[1]
1860	7 400 000	(20)	200 000	(66)
1865	9 250 000	(25)	350 000	(75)
1870	11 900 000	(29)	700 000	(100)
1875	13 675 000	(15)	2 000 000	(186)
1880	17 950 000	(31)	4 274 000	(113)
1885	19 100 000	(6)	6 147 000	(44)
1890	**27 150 000**	**(42)**	12 231 000	(99)
1895	28 871 000	(6)	16 442 000	(34)
1900	**40 088 000**	**(39)**	27 131 000	(65)
1903	46 765 000	(16)	35 873 000	(32)

Ueber die Verteilung der Weltroheisenerzeugung im Jahre 1903 gibt im einzelnen Aufschluss die Zahlentafel 3.

Zahlentafel 3. Welterzeugung an Roheisen bezw. Stahl im Jahre 1903 in t (zu 1000 kg).

Land	Roheisen	Stahl
Vereinigte Staaten von Nordamerika . .	18 297 400	14 767 538
Deutschland einschliesslich Luxemburg . .	10 085 634	8 801 515
Grossbritannien	8 952 183	5 216 246
Frankreich	2 827 668	2 118 971
Russland einschliesslich Finnland	2 453 953	1 905 000
Oesterreich-Ungarn	1 470 000	1 190 000
Belgien	1 216 000	981 740
Schweden	506 825	318 897
Spanien	380 284	199 642
Kanada	269 665	184 418
Italien	90 744	154 131
Uebrige Länder	214 271	35 334

Beim Vergleich der Weltstahlerzeugung von 1850 und 1903 in den beiden folgenden Schaubildern (Abb. 10) tritt wiederum der Rückgang Grossbritanniens in die Erscheinung. Wie die Statistik in Zahlentafel 2 ergibt, hat sich die Stahlproduktion der Welt seit 1850 mehr als vervierzigfacht.

Was die Rohstoffe der Eisenindustrie anlangt, so belief sich die Eisenerzförderung der Welt im Jahre 1903 gemäss Abb. 11

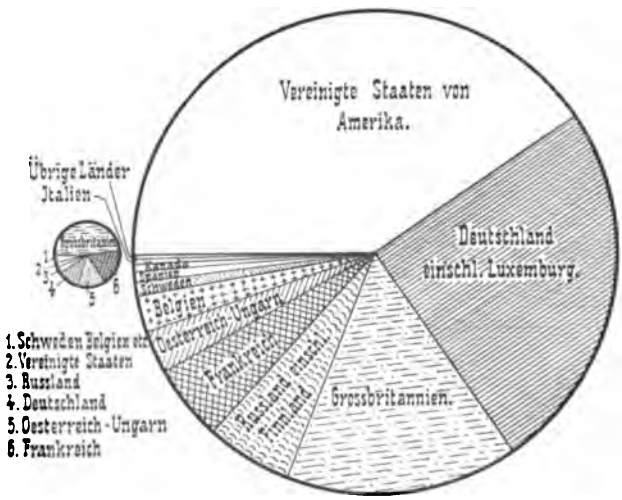


Abb. 10. Stahlerzeugung der Welt 1850 und 1903.

[1]) Die eingeklammerten Zahlen bedeuten Zunahme in %.

auf insgesamt 101 965 814 t, die Weltproduktion an Stein- und Braunkohlen stellte sich auf 879 801 183 t (Abb. 12), während die Weltkokserzeugung im Jahre 1903 mit 57 607 027 t (Abb. 13) eine mehr als doppelt so grosse Höhe erreichte wie vor 20 Jahren. In Abb. 14[1]) ist der Anteil der Ruhrkokserzeugung (1880—1906) veranschaulicht.

Die Bedeutung des Eisengewerbes zeigt sich im besonderen, wenn man sich die Entwicklung des Eisenbahnnetzes der Erde vor Augen führt. Im Jahre 1850 betrug die Länge der mit Dampflokomotiven befahrenen Schienenwege (Bahnlänge) 38 568 km; 1903 waren es 859 355 km (Abb. 15 und Zahlentafel 4).[2])

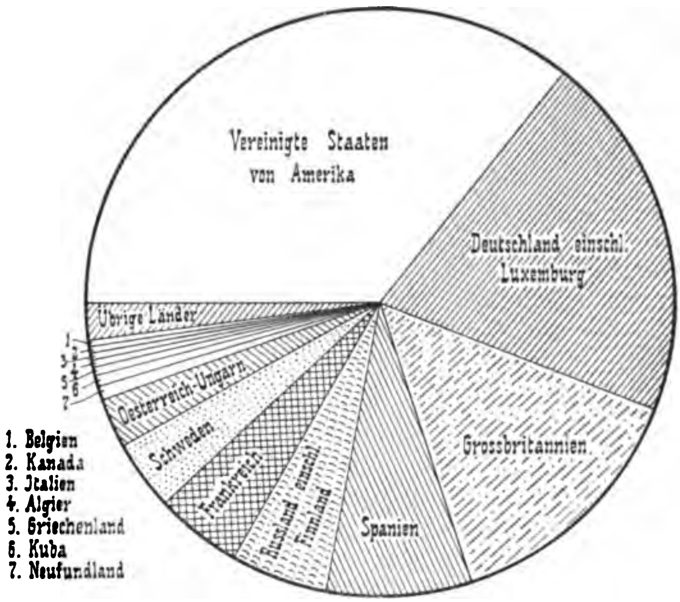


Abb. 11. Eisenerzgewinnung der Welt 1903.

Das gesamte Anlagekapital beläuft sich auf rund 171,5 Milliarden Mark.

In engem Zusammenhang steht das Eisengewerbe ferner mit der Schiffbauindustrie. Der Handelsschiffbau der Welt stellte sich im Jahre 1903 auf 1650 Schiffe mit 2 145 631 Bruttoregistertonnen.

Die Zahlentafel 5 bringt in Uebereinstimmung mit Abb. 16 die näheren Angaben über den Handelsschiffbau der Welt in dem genannten Jahre.

Schliesslich verdienen die nahen Beziehungen des Eisen- und Stahlgewerbes zur Maschinenbau- und Elektroindustrie betont zu werden. Der Wert ihrer Erzeugnisse beträgt über 1000 Millionen Mark im Jahr. Dass Deutschland auf elektrotechnischem Gebiete an der Spitze aller Industriestaaten steht, beweist am besten die Tatsache, dass neun Zehntel der ganzen Gleislänge der elektrischen Bahnen Europas von deutschen Firmen verlegt sind [4].

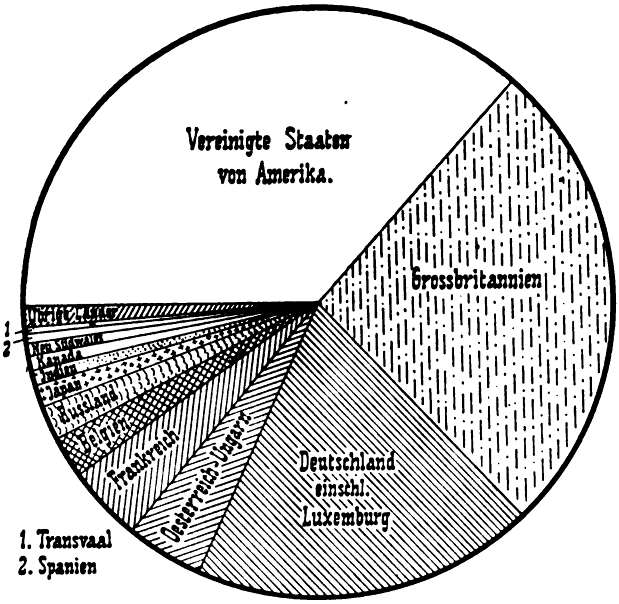


Abb. 12. Kohlengewinnung der Welt 1903.

Nimmt man nun (nach „Stahl und Eisen" vom 27. Februar 1907) als Grundlage für die Berechnung der vermutlichen Entwicklung der deutschen

[1]) Berg- und Hüttenmännische Rundschau 1907, S. 293.

[2]) Vgl. a. Matschoss, Die Entwicklung der Dampfmaschine, Berlin 1908, Bd. 1, S. 34 ff. (Kohlen), S. 96 ff. (Eisenbahnen), S. 83 ff. (Welthandelsflotte).

Eisenindustrie diejenige der Roheisenerzeugung, etwa, wie sie sich in den Jahren 1870—1906 vollzogen hat, so ergibt sich durch Uebertragen der mittleren jährlichen Zunahme von 6,3 % auf die kommenden Jahre das Schaubild 17, d. h. man kommt zu dem auf den ersten Blick staunenswerten Ergebnis, dass dann im Jahre 1914 unsre Roheisenerzeugung auf über 20 000 000 t (20 000 000 000 kg) angeschwollen sein und im Jahre 1920 sogar eine Höhe von nahezu 30 000 000 t erreicht haben wird.

Zahlentafel 4. Eisenbahnnetz der Welt im Jahre 1903.

Land	Eisenbahnlänge in km		Eisenbahnlänge in %
Deutschland	54 426		6,3
Russland einschliesslich Finnland	53 258		6,2
Frankreich	45 226		5,3
Oesterreich-Ungarn	38 148		4,5
Grossbritannien	36 148		4,3
Italien	16 038		1,9
Spanien	13 851		1,6
Schweden	12 388		1,4
Belgien	6 819		0,8
Schweiz	4 145		0,5
Niederlande und Luxemburg	3 372		0,3
Uebriges Europa	15 940		1,8
Summe Europa		300 429	
Vereinigte Staaten von Nordamerika	343 634		38,9
Kanada	30 696		3,6
Argentinien	17 377		2,0
Mexiko	16 668		1,9
Brasilien	15 076		1,8
Uebriges Amerika	17 867		2,1
Summe Amerika		432 618	
„ Asien		74 546	8,7
„ Australien		26 723	3,1
„ Afrika		25 039	3,0
Summe Welteisenbahnnetz		859 355	

Zahlentafel 5. Handelsschiffbau der Welt im Jahre 1903[1])
(Handelsschiffe von über 100 Bruttoregistertonnen).

Land	Zahl	Registertonnen	%
Grossbritannien	697	1 190 618	55,5
Vereinigte Staaten von Nordamerika	246	381 820	17,8
Deutschland	120	184 494	8,6
Frankreich	75	92 768	4,3
Holland	109	59 174	2,8
Italien	81	50 089	2,3
Norwegen	54	41 599	2,0
Britische Kolonien	73	34 690	1,6
Japan	62	34 514	1,6
Dänemark	39	28 609	1,3
Oesterreich-Ungarn	6	11 328	0,5
Uebrige Länder	88	35 928	1,7
Summe	1650	2 145 631	100,0

[1]) S. Fussnote 2 S. 7.

Wird es möglich sein, für solche Mengen die nötigen Rohstoffe zu beschaffen? Ist es möglich, dass der Verbrauch solche Anforderungen an die Eisenwerke stellt? An sich ist kein Grund vorhanden, anzunehmen, dass die Entwicklung des deutschen Volkes und die Zunahme der Kultur und damit der Eisenverbrauch in der ganzen Welt nicht in dem Massstabe wie bisher fortschreiten sollte. Ein Blick auf die Eisenbahnkarte unsrer Erde zeigt uns, dass erst der kleinere Teil davon heute mit Schienennetzen umspannt ist. Das Holz wird stets seltener, und alles drängt immer mehr darauf hin, dass es sowohl im Eisenbahnbau für Schwellen u. s. w., wie im Hochbau durch Eisen ersetzt wird und dass darum unsrer Träger- und Stabeisenerzeugung noch keine Grenzen gesetzt sind. Man mag die vielverzweigten Kanäle, durch welche das Eisen abfliesst, nach jeder Richtung verfolgen, wie man will, stets wird man wachsenden Verbrauch finden: so in der Verwendung der Bleche, die durch den Schiffbau ein immer weiteres Absatzgebiet erlangt haben, in der Verwendung von Draht, auf den man in tausend und aber tausend Formen auf Schritt und Tritt stösst, ferner in der Gestalt von Röhren, die bei jedem Hausbau in grossen Mengen benötigt und überdies kilometerweise zu allen möglichen Zwecken in die Erde versenkt werden. Zeigen schon heute trotz ungünstiger Handelsverträge im allgemeinen unsre Einfuhrstatistiken steigende Zahlen, so dürfen wir von der steten und schnelleren Entwicklung aller Kolonien eine bleibende Steigerung dieser Zahlen erwarten.

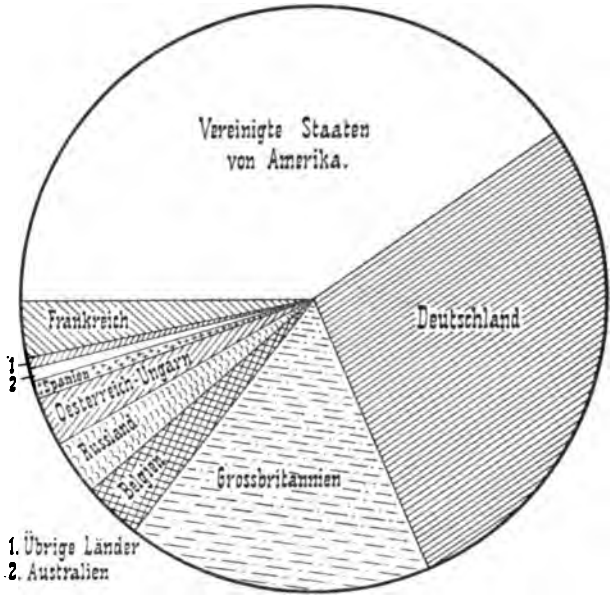
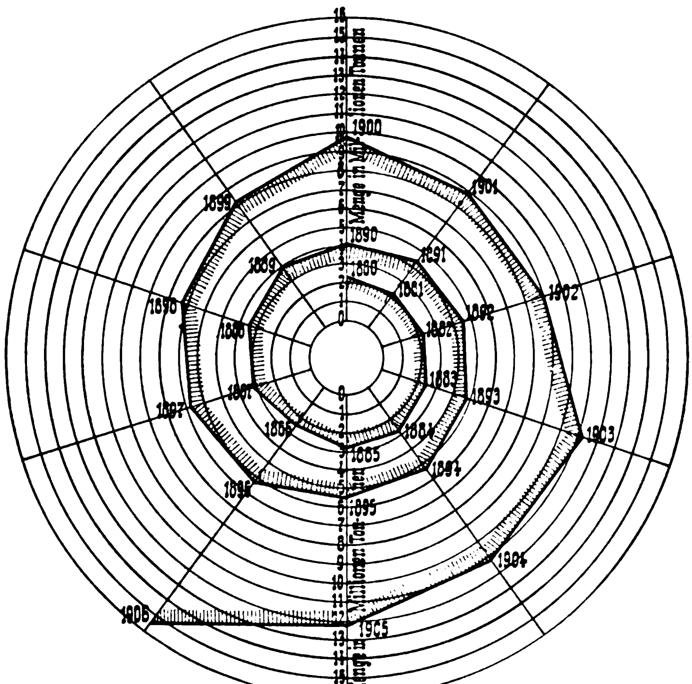


Abb. 13. Kokserzeugung der Welt 1903.


Abb. 14. Schaubild der Ruhrkokserzeugung 1880–1906.

Liegt somit an sich kein Grund vor, die Möglichkeit einer solchen Produktionssteigerung, wie sie in dem Schaubild 17 verzeichnet ist, zu bestreiten, so ist dies noch weniger der Fall, wenn wir die Entwicklung der Eisenindustrie **Deutschlands** mit derjenigen

der übrigen Länder vergleichen (s. Abb. 5). Nirgendswo ist die Aufwärtsbewegung so stetig gewesen wie gerade in unserm Vaterlande.

In richtiger Erkenntnis der grossen wirtschaftlichen Bedeutung, welche den der Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern dienenden Einrichtungen

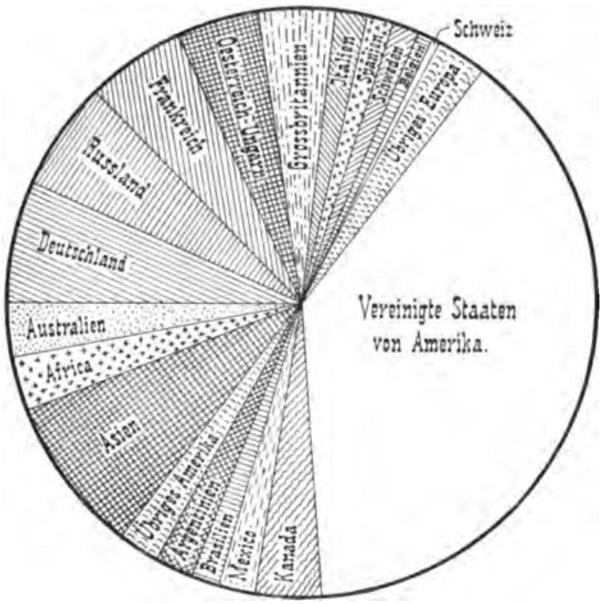


Abb. 15. Eisenbahnnetz der Welt 1903.

innewohnt,' glaubte daher der Geschäftsführer des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, Herr Dr.-Ing. E. Schrödter, Düsseldorf, bereits im Jahre 1900 allein schon im Hinblick auf die deutsche Eisenindustrie die Bildung einer

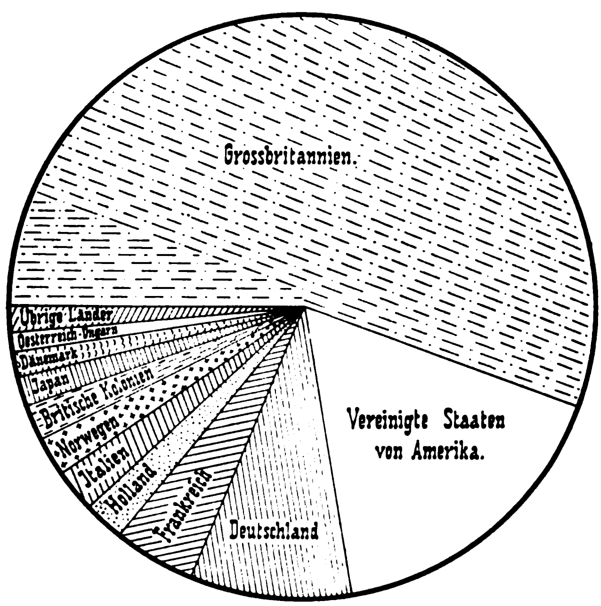


Abb. 16. Handelsschiffbau der Welt 1903.

Gesellschaft für die Verbilligung der Massenbewegung nach dem Vorbild der gleichartigen Studiengesellschaft für elektrischen Schnellbetrieb anregen zu können. Freilich handle es sich — so fügte er hinzu — „ohne in eine Kritik darüber eintreten zu wollen, ob die solcher Gesellschaft zufallende Tätigkeit nicht

eigentlich als eine selbstverständliche Aufgabe unsrer Eisenbahnen anzusehen ist und ohne den Wert einer Erhöhung der Schnelligkeit im Personen- und Postverkehr zu verkennen" — bei den Zielen jener Studiengesellschaft für die Schnellbahn mehr „um die Befriedigung eines Luxus, bei der von ihm angeregten dagegen um die Lösung einer wirtschaftlichen Aufgabe von weittragendster Bedeutung für unser Vaterland". — Es genügt, zur Bekräftigung des Gesagten an dieser Stelle auf den immer mehr sich zuspitzenden Wettkampf hinzuweisen, der auf dem wirtschaftlichen Gebiet zwischen den Völkern der Neuen und Alten Welt entbrannt ist.

Zahlreiche Gesellschaften und Privatfabriken haben sich seitdem an der Ausbildung des Massentransportgebiets beteiligt, und es ist eine Freude zugleich und Genugtuung, zu sehen, wie schnell diese Anregungen gewirkt haben und wie kräftig und gesund sich dieser jüngste Zweig des mehr oder weniger für alle Betriebe, grosse wie kleine, Staats- und Privat-, Land- und Wasser-, Nah- und Fernbetriebe, hochwichtigen Verkehrswesens entwickelt.

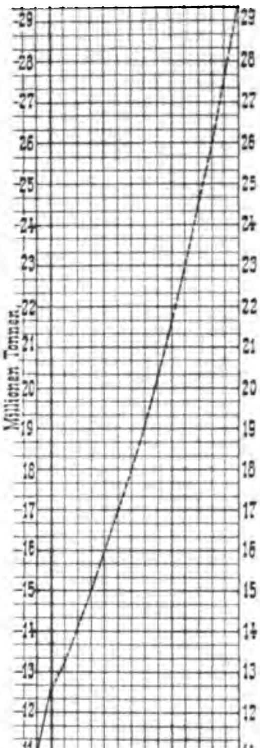
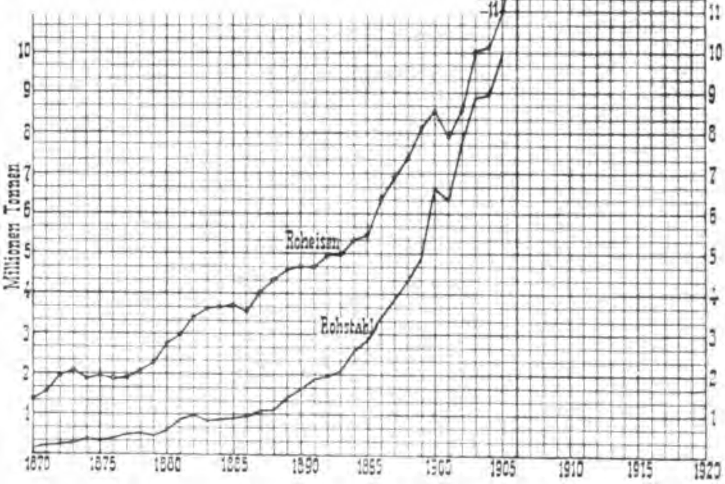



Abb. 17. Die Roheisen- und Rohstahlerzeugung Deutschlands 1870 bis 1900 und ihre Berechnung bis 1920.

Literatur: [1] Buhle, Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899; Ders., Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Massengütern), 1. Teil, Berlin 1901, 2. Teil, Berlin 1904, 3. Teil, Berlin 1906; Ders., Das Eisenbahn- und Verkehrswesen auf der Industrie- und Gewerbeausstellung zu Düsseldorf 1902, Berlin 1903; Ders., Das Eisenbahn- und Verkehrswesen auf der Weltausstellung in St. Louis 1904, Berlin 1905 (gemeinsam mit W. Pfitzner); Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 921, 1899, S. 85 ff., 1900, S. 72 ff., 1901, S. 733 ff., 1902, S. 580 u. S. 1214 ff., 1903, S. 88 ff., 1904, S. 221 ff., 1905, S. 783 ff., 1906, S. 21 ff. und S. 667 ff., 1907, S. 1901 ff., 1908 u. s. w.; Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1898, II, S. 41, 1899, I, S. 17, 1903, II, S. 219, 1904, I, S. 9, 1905, II, S. 209 ff., 1907, II, S. 211 ff.; Zentralblatt der Bauverwaltung 1900, S. 358, 1902, S. 245, 1906, S. 240 ff.; „Stahl und Eisen" 1903, S. 1326, 1904, S. 246, 1905, S. 1046 ff., 1906, S. 641 ff.; Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 156 ff., S. 321 ff., S. 745 ff., und 1905, S. 772 ff.; „Glückauf" 1904, S. 858, 1905, S. 157 ff., S. 1596 ff., und 1907, S. 47 ff., S. 1074 und 1363 ff.; Wasser- und Wegebau 1904, S. 1 ff.; Gewerblich-Techn. Ratgeber 1902, S. 56; Welt der Technik 1903, S. 79, 1904, S. 43, 48 ff., 1905, S. 397 ff., 1906, S. 297, 1907, S. 391 und 439 ff.; Elektrische Bahnen und Betriebe 1904, S. 141 ff., 1906, S. 429 ff., 1907, S. 606 und 628 ff.; Journ. f. Gasbeleuchtung u. s. w. 1900, S. 634, 1901, S. 425 ff.; Deutsche Bauztg. 1902, Nr. 32, 1904, S. 522 ff., 1906, S. 240 ff.; Zeitschr. zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen 1904, S. 272 ff.; „Hütte" (19. Aufl.), I., S. 1230 ff., desgl. 20. Aufl.; Zeitschr. f. Arch. und Ingenieurwesen 1905, S. 406 ff.; Uhland 1906, S. 2 ff. u. s. w.; „Die Fördertechnik" 1907, 1908 u. s. w.; — ferner: Zimmer, The mechanical handling of material, London 1905; v. Hanffstengel, Dinglers Polyt. Journ. 1902, S. 245 ff., 1903, S. 8, 1904, S. 170, 1906, S. 273 ff.; Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1345 ff., ebend. 1907, S. 1525 ff.; Ernst, Hebezeuge, Berlin 1903; Kammerer, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902 und 1906, sowie „Die Technik der Lastenförderung einst und jetzt", München 1907; Frahm, „Stahl und Eisen" 1900 ff.; Rasch, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902/03; Simmersbach, „Stahl und Eisen" 1906, S. 262 ff.; Dieterich, ebend., S. 380 ff.; Berkenkamp, ebend., S. 1038 ff. u. s. w. (vgl. Zeitschriften-

schau der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.: Lager- und Ladeeinrichtungen, Seil- und Kettenbahnen u. a.); ferner O. Vogel, Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen, sowie die Vierteljahrs-Zeitschriftenschau in „Stahl und Eisen" (seit 1907); Luegers Lexikon der gesamten Technik", 2. Aufl., „Massentransport"; ferner auch die Zeitschriften: „Der Erz-Bergbau", „Der Mühlen- und Speicherbau", (das 1908 beginnende) Beiblatt der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. „Technik und Wirtschaft" u. s. w. — [2] Buhle, Deutsche Bauztg. 1904, S. 522; Ders., Zeitschr. zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen 1904, S. 273 ff.; vgl. a. Lufft, Dinglers Polyt. Journ. 1907, S. 785 ff. — [3] Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 221. — [4] Simmersbach, Die Eisenindustrie, Leipzig 1906, S. 159 ff.

Im folgenden sei nun versucht, einen Ueberblick über die Technik der Massentransportmittel zu geben, indem zunächst und in der Hauptsache die **Elemente** unter Hinweis auf bemerkenswerte Anlagen und sodann einige der **Hauptverwendungsgebiete** in Wort und Bild kurz behandelt seien.

Zweiter Abschnitt.

Allgemeines.

1. Staugewichte (Raumbeanspruchung).[1]

a) Geschüttete Stoffe (Ladung). [Zahlentafel 6.]

	1 cbm wiegt			1000 kg erfordern		
	von	bis	Mittel	von	bis	Mittel
Getreide:	kg	kg	kg	cbm	cbm	cbm
Buchweizen	—	—	690	—	—	1,45
Gerste	620	700	660	1,43	1,61	1,52
Hafer	430	540	485	1,85	2,33	2,09
Mais	—	—	720	—	—	1,38
Roggen	690	790	740	1,27	1,45	1,35
Weizen	710	810	760	1,23	1,41	1,32
Weizenmehl, lose	—	—	380	—	—	2,63
„ gerüttelt	—	—	640	—	—	1,56
Holz:						
Buchen-, in Scheiten	—	—	400	—	—	2,5
Eichen-, „ „	—	—	420	—	—	2,38
„ geflösst	420	580	500	1,72	2,38	2,00
Fichten-	300	340	320	3,00	3,33	3,13
Tannen-	300	380	340	2,63	3,33	3,00
Holzkohle von hartem Holz	190	250	220	4,00	5,26	4,55
„ „ weichem „	130	170	150	5,88	7,69	6,67
Kalk gebrannt und pulverig	—	—	500	—	—	2,00
„ und Bruchsteine	—	—	2000	—	—	0,50
Kartoffeln	650	730	690	1,37	1,54	1,45
Kohlen:[2]						
Braunkohlen	650	780	715	1,28	1,54	1,41
Koks, Gas-	330	470	400	2,13	3,03	2,63
„ Zechen-	380	530	455	1,89	2,63	2,26
Presskohlen (Briketts)	1000	1100	1050	0,90	1,00	0,95
Steinkohlen	710	850	770	1,18	1,42	1,30
Mörtel (Kalk und Sand)	1700	1800	1750	0,56	0;59	0,58
Sand, Lehm, Erde, trocken	—	—	1600	—	—	0,6
„ „ „ nass	—	—	2000	—	—	0,5
Schwemmsteine	—	—	850	—	—	1,18
Torf, lufttrocken	330	410	370	2,44	3,08	2,76
„ feucht	550	650	600	1,54	1,82	1,68
Ziegelsteine, gewöhnliche	1380	1500	1440	0,67	0,73	0,70
„ Klinker	1600	1800	1700	0,56	0,63	0,60

[1]) Vgl. Johows Hilfsb. für den Schiffbau, 2. Aufl. (E. Krieger), J. Springer, Berlin 1902, S. 97 ff.

[2]) 44 engl. Kubikfuss Kohlen wiegen etwa 1000 kg, 100 „ „ „ „ „ 2270 „ } nach demselben I., S. 870.

Nach Robert White Stevens: On the stowage of ships, gehen dagegen in 40 Kubikfuss engl. Laderaum 1 Ton engl. Steinkohlen, also in 1,133 cbm 1016 kg. Nach Döring: Der Befrachter, gehen in 850 Kubikfuss engl. Laderaum 21,2 Tons engl., mithin in 24,055 cbm 21 540 kg Steinkohlen oder im Mittel in 1 cbm Laderaum 896 kg Steinkohlen.

b) Verpackte Stoffe[1]) (Ladung). [Zahlentafel 7.]

	Verpackung		Anzahl Einheiten	wiegen kg	messen	
	Einheit	Gewicht kg			cbm	engl. Tons
Aepfel, getrocknet . . .	Kiste	21	1000	21000	57,0	50,0
„ grün	Barrel	—	100	—	25,8	22,8
Asphalt	Brot	28	1000	28000	16,0	14,0
Bananen	Korb	—	100	—	10,0	8,8
Baumwolle, amerikanische	Ballen	230	100	23000	70,6	62,5
„ ostindische .	„	180	100	18000	33,0	29,0
Bier	Fass	80	100	8000	13,0	11,5
„	Kiste	60	100	6000	9,0	8,0
Blei	Brot	50,8	1000	50800	11,3	10,0
Bleisilber von Tasmania .	„	37,7	1000	37700	8,4	7,4
„ „ Broker-Hill.	„	51	1000	51000	7,5	6,6
Braukorn	Sack	63,5	100	6350	22,5	20,0
Erze:						
Blei	Sack	68	1000	68000	30,0	26,5
Chrom	„	44	1000	44000	37,0	32,7
Kobalt	„	32,7	1000	32700	35,7	31,5
Magnesia	„	56,7	1000	56700	31,4	27,7
Nickel	„	45,0	1000	45000	42,0	37,0
Silber von Tasmania .	„	62—65	1000	65000	18,2	16,0
„ „ Broker-Hill .	„	58	1000	58000	25,0	22,1
Felle, Schaf-, Adelaide .	Ballen	300	100	30000	100,0	88,0
„ „ Sydney . .	„	400	100	40000	79,0	70,0
„ Wild-	„	226	100	22600	100,0	88,0
Flachs, Neuseeland . . .	„	223,5	100	22350	62,0	55,0
„ Europa, halbreiner	„	—	—	10000	30,5	27,0
Fleisch, präserviert . . .	Kiste	—	1000	—	70,5	62,5
„ Salz-	Barrel	100	100	10000	23,0	20,3
Haar, Pferde-	Ballen	400	100	40000	100,0	88,0
Hanf-, Neuseeland . . .	„	—	—	1016	2,2	2,0
„ Europa, halbreiner	„	—	—	1000	3,05	2,7
Häute, Ochsen- (La Plata)	Stück	—	1000	28000	45,0	40,0
„ Pferde-	„	—	1000	—	22,5	20,0
„ Kalb-	„	—	1000	—	15,0	13,3
Heu	Ballen	40—45	—	—	—	—
Indigo	Kiste	125—150	—	—	—	—
Jute	Ballen	130	100	13000	39,0	35,0
Kaffee	Sack	60	100	6000	9,3	8,2
Kakaobohnen	„	60	—	—	—	—
Kartoffeln	„	50	100	5000	14,0	12,0
Kokosnussöl	Pipen	975	10	9750	23,3	20,7
Korinthen	Kiste	—	100	—	7,2	6,4
Korkholz[2])	Ballen	60—75	—	—	—	—
Kreide	Fass	—	100	—	45,0	40,0
Kupfer	Stück	6,35	10000	63500	11,0	10,4
Leder . . . . . , . .	Ballen	305	10	3050	6—7	5,2—6,2
Leinöl	Barrel	215	100	21500	31,3	27,5
Lichte	Kiste	20	1000	20000	30,0	26,0
Malz	Fass	88	100	8800	21,5	19,0
Mehl	Barrel	100	100	10000	18,0	16,0

[1]) Nach dem Schiffstaschenbuch von J. Bortfeldt, 2. Aufl., Bremen 1898, Heinsius Nachf.
[2]) Kork mit Marineleim als Füllung von Korkzellen bei Kriegsschiffen soll bei einem Gehalt von 160 kg Kork und 170 kg Marineleim 330 kg/cbm wiegen.

	Verpackung		Anzahl	wiegen	messen	
	Einheit	Gewicht kg	Einheiten	kg	cbm	engl. Tons
Milch, Schweizer . .	Kiste	—	1000	—	32,0	28,2
Mineralwasser . . .	„	—	1000	—	110,0	97,0
Nüsse	Sack	55	—	—	—	—
Oelkuchen	„	102	100	10200	15,0	13,2
Papier	Ballen	220	100	22000	29,5	26,0
Pappe	„	265	100	26500	38,0	33,5
Quebrachoholz . . .	Stämme und Aeste	—	100	25500	35,0	31,0
Reis	Sack	60—110	100	—	8,0—15,5	7,1—13,7
Rinde, gemahlen . . .	„	78,5	100	7850	14,1	12,5
„ roh	„	78,5	100	7850	24,4	21,5
Salz	„	100	100	10000	16,0	14,1
Schmalz, amerikanisches	Barrel	120	100	12000	21,2	18,8
Schwerspat	Fass	425	100	42500	25,5	22,5
Speck, Salz-	Barrel	100	100	10000	23,0	20,3
Stärke	Kiste	25—30	100	—	6,8—8,2	6,7—7,2
Südfrüchte	„	100	100	10000	30,0	27,0
Tabak, Ohio	Fass	500	10	5000	13,4	11,8
„ amerikanischer .	Kiste	150	10	1500	6,7	6,0
„ Bahia	Ballen	75	100	7500	22,0	19,5
Talg	Fass	500	20	10000	20,0	17,5
Tee	Kiste	18,2—45,4	100	—	5,7—14,0	5,0—12,5
Teer	Tonne	120	100	12000	16,5	14,5
Tonerde	Fass	550—900	—	—	55,0—64,0	48,5—56,3
„	Kiste	250—300	—	—	20,0—21,0	17,7—18,5
Wein	Oxhoft	300	10	3000	6,0	5,3
Wolle, Montevideo . .	Ballen	450—600	100	—	103—140,0	91—124
„ Adelaide . . .	„	180—200	100	—	45—55	40—49
Zement	Fass	180	100	18000	20,0	17,5
Zinkoxyd	„	50	100	5000	—	—
Zucker	„	125	100	12500	23,0	20,3
„ Rüben- . . .	Sack	100	100	10000	12,5	11,0
„ Würfel- . . .	Kiste	25	100	2500	4,3	3.8

c) Verpackte Stoffe (Lebensmittel). [Zahlentafel 8.]

	Bedarf für 1 Mann und 1 Woche[1])		Verpackung						Stauraum für eine Verpackung
	in heimischen Häfen kg	auf See kg	Art	Länge cm	Breite, Höhe, Durchmesser cm	Inhalt kg	Gewicht leer kg	Gewicht gefüllt kg	cbm
Brot:									
Frischbrot	5,250	2,0—3,0	—	Wird an Bord gebacken					
Hartbrot	—	1,500	Kiste	75	55×48	50	24	74	0,200
Fleisch:									
Rind- (Salzrind-) . .	0,800	0,225	Fass	57	Φ 46	50 + 18 Salz	17	85	0,121
Schweine- (Salzschweine) . . .	0,750	0,750	„	75	„ 56	100 + 37 „	28	165	0,235
Hammel-	0,800	—	—	Wird frisch geschlachtet					
Präserviertes Fleisch	—	0,680	Kiste	67	51×21	33	16	49	0,072
Corned beef . . .	—	0,250	„	67	51×21	38	14	52	0,072

[1]) Nach den Verpflegungsvorschriften der Kaiserlichen Marine.

	Bedarf für 1 Mann und 1 Woche		Verpackung						Stauraum für eine Verpackung
	in heimischen Häfen kg	auf See kg	Art	Länge cm	Breite, Höhe, Durchmesser cm	Inhalt kg	Gewicht leer kg	Gewicht gefüllt kg	cbm
Gemüse:									
Reis	0,150	0,150	Kiste	55	45×35	50	14	64	0,087
Gelbe Erbsen . . .	0,300	0,300	„	55	45×35	50	14	64	0,087
Bohnen oder graue Erbsen	0,300	0,300	„	55	45×35	50	14	64	0.087
Weizenmehl . . .	0,500	0,500	„	55	45×45	50	17	67	0,111
Backpflaumen (oder andres Backobst) .	0,200	0,200	„	55	45×45	50	17	67	0,111
Kartoffeln (frische) .	3,000	—	Sack	-	—	100	1	—	0,145
Dörrkartoffeln . . .	—	0,200[1]	Kiste	67	62×33	25	17	42	0,137
Sauerkohl	—	0,500	Fass	55	Φ 41	50	9	59	0,092
			oder	70	„ 52	100	20	120	0,189
Butter	0,455	0,480	Kiste	58	58×34	50	18	68	0,114
Salz	0,105	0,105	„	55	45,5×41	50	15	65	0,103
Kaffee	0,105	0,105	„	45	45×44	50	17	67	0,089
Tee	0,021	0,021	„ (m. Zinkeinsatz)	48	75×55	60	50	110	0,198
Zucker	0,340	0,340	Kiste	55	45×35	50	14	64	0,087
Essig[2] (auch Essigessenz)	0,110	0,160	„	39	68×65	25	26	51	0,172
Branntwein . .	0,400	0,400	Fass	52	Φ 38	35	9	44	0,081
				58	„ 43	50	13,5	63,5	0,107
				77	„ 51	100	27	127	0,200

2. Der natürliche Böschungswinkel.

Zahlentafel 9. Der natürliche Böschungswinkel ϱ beträgt bei loser Schüttung (vgl. a. Zahlentafel 67) für

Hirse	23°	Roggen und klare trockene Gartenerde	37°
feuchten Quellsand	24°	trockenen klaren Lehm . . .	40°
feuchte Gartenerde	27°	Hafer und Gerste	40—45°
Getreide	30°	Kohlen und Erze	45°
trockenen Sand	32°	trockenes Kalkpulver	50°
Weizen, Erbsen, Mais	35°		
grosse und kleine Kiesel . . .	36°		

Bei festgedrückter Schüttung ist ϱ erheblich grösser. — Nach der „Hütte" (19. Aufl.), II, S. 297, gilt für: [Zahlentafel 10]

Erdart	Gewicht γ_e t/cbm	Natürlicher Böschungswinkel ϱ	Erdart	Gewicht γ_e t/cbm	Natürlicher Böschungswinkel ϱ
Trockener Lehmboden	1,5	40—46°	Nasser Kies . . .	1,86	25°
Nasser Lehmboden .	1,9	20—25°	Nasser Steinschotter	1,6	35—40°
Trockene Tonerde . .	1,6	40—50°	(Gaskohlen, aufgepackt)	0,9	45—50°
Nasse Tonerde . . .	1,98	20—25°	(Wasser)	1,0	0°
Nasse Dammerde . .	1,65	30—37°			

[1]) Nur in ausserheimischen Gewässern. In heimischen Gewässern werden an Stelle von Dörrkartoffeln frische Gemüse und Kartoffeln ausgegeben.

[2]) Wird aus Essigessenz durch Zusatz von 16 Teilen Wasser zu 1 Teil Essig hergestellt.

Dritter Abschnitt.

Grundzüge der technischen Einzelhilfsmittel.

I. Fördermittel.

Bei Förderwegen über 100 m werden die Kosten für stetig arbeitende Anlagen zu gross, die Ueberwachung wird unbequem, die Betriebssicherheit leidet, die Bruchgefahr wächst mit der Zahl der Einzelteile, und die gleichmässige Zuführung des Stoffes wird schwierig. Daher in solchen Fällen Einzelförderung in Gefässen, deren Inhalt (abgesehen von den Gleiswagen der Vollbahnen und etlichen Greifern, Gichtaufzugwagen u. s. w.) 2 t in der Regel nicht überschreitet. Für grosse Leistungen ist die Zeitfolge klein, d. h. möglichste Annäherung an stetigen Betrieb zu wählen. Leere und volle Gefässe sind möglichst auf getrennten Wegen zu führen.

A. Einzelförderung in kleinen Mengen.

a) Wagerechte oder schwach geneigte Förderung.

Allgemeines.

Die Förderung erfolgt gleislos oder auf Schienenbahnen, auf Einzelwagen oder in Wagenzügen.

Bezeichnet für eine in sich geschlossene Bahn

i den Inhalt eines Wagens in cbm,
M die Fördermenge in cbm/st,
z die stündlich zu fördernde Wagenzahl,
n die Wagenzahl auf der Strecke,
t den zeitlichen Wagenabstand in sk,
a den örtlichen Wagenabstand in m,
v die Wagengeschwindigkeit in m,
L die Länge der Bahn in m,

so ist $z = \frac{M}{i}$; $t = \frac{3600}{z}$; $a = vt$; $n = \frac{L}{a}$.

Dabei muss t genügend gross sein, damit ein Wagen entkuppelt, gefüllt und angekuppelt oder entleert werden kann; ist t dafür nicht ausreichend, so müssen mehrere Be- und Entladestellen vorgesehen werden, und zwar bei T sk Lade- oder Entladezeit $\frac{T}{t}$ Stellen. Der Gesamtbedarf an Wagen setzt sich zusammen aus n und den an den Be- und Entladestellen befindlichen Wagen.

Während ein Arbeiter mit der Schubkarre etwa 75 kg und mit der zweirädrigen Kippkarre auf ebenem Boden 200—250 kg in 3 Minuten 200 m weit, also in 1 Stunde mit Rückweg 150 kg mit der Schubkarre und 400—500 kg mit der Kippkarre 1 km weit fortbewegen kann, ist er (nach Krupp) imstande, auf gut gelegtem Bahngleis mittels zweckmässig gebauter Wagen in derselben Zeit 1800—2000 kg auf dieselbe Entfernung fortzubewegen. Ein Pferd zieht auf ebenem Acker- oder Sandwege 400—500 kg, auf gutem Feldwege 750—900 kg und auf ebener Chaussee 2000—2300 kg; auf Schienengleisen vermag ein Pferd, ohne sich übermässig anzustrengen, Lasten bis zu 10000 kg denselben Weg um ein Drittel schneller als auf der Chaussee fortzubewegen. — Kleine Lokomotiven befördern je nach ihrer Grösse 50000—100000 kg mit einer Geschwindigkeit von 12—15 km/st [1].

I. Gleislose Bahnen.[1]

Vielfach ergibt sich aus der Durchführung des namentlich von H. Köttgen & Co. in Berg.-Gladbach und O. Krieger in Dresden verfolgten Grundsatzes, wenn irgend möglich, keine Gleise anzuwenden, neben einer grösseren Beweglichkeit der Transportmittel auch eine grössere Wirtschaftlichkeit. Weitere Vorteile gleisloser Wagen gegenüber Schienenwagen: Fortfall der teuern Schienenanlage, Beseitigung der Gefahr, die bei vorstehenden Schienen vorhanden ist, oder bei eingelassenen Schienen Fortfall der Schmutzrinnen; werden die Wagen nicht gebraucht, so können sie leicht in eine Ecke geschoben werden.

Zur Beförderung von Getreide in Speichern, Asche in Kesselhäusern u. s. w. empfehlen sich Kippwagen (Abb. 18 und 19) von Topf & Söhne in Erfurt u. a. [2]. Ergang in Magdeburg, desgleichen die eben genannte Firma bauen diese Wagen auch mit Scheibenrädern, bei denen namentlich die „gewellte" Nabe bemerkenswert ist [3]. Ueber die ausserordentlich grosse Mannigfaltigkeit derartiger Transportgefässe für die verschiedensten Zwecke (Messgefässe, Schub- und Sackkarren, Viehwagen, kleine und grössere Handwagen für Kesselhäuser, Gasanstalten (Kokskarren), Hüttenwerke, Lagerhauswagen, Gepäck- und Postwagen (Bahnhöfe), Kistenroller, Rollböcke, Wagen für Fässer, Flaschen, Lumpen, Kehricht (Strassenreinigung u. dergl. m.) s. [4].

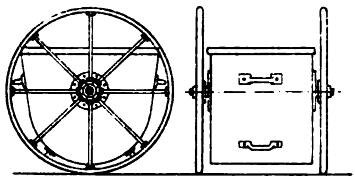


Abb. 18 u. 19. Gleislose Handkipper.

Die technischen Hilfsmittel für die Beförderung, Lagerung und Beseitigung bezw. Verwertung von Sammelkörpern, wie Strassen- und Hauskehricht, Müll, Abfallstoffen, Nahrungsmittelresten, Schnee u. s. w., spielen für das umfangreiche Arbeitsgebiet der Städtereinigung (s. unten Müllbeseitigung) eine ungemein wichtige Rolle, und es ist mit Freuden zu begrüssen, dass — wie die letzten Ausstellungen (namentlich die Deutsche Städteausstellung in Dresden 1903) [5] zeigten — auf diesem Gebiet gegenwärtig recht tüchtig gearbeitet wird [6]. Berlin hat (ausschliesslich Schneeabfuhr) im Jahre 1901 annähernd 4500000 ℳ für Reinigungsarbeiten verausgabt; Hamburg und Dresden zahlen auch schon jährlich über 1000000 ℳ. Berlin und Dresden hatten 1903 in Dresden ihr gesamtes Reinigungswesen mit allen Fuhrwerken und Geräten ausgestellt. Die ihre Strassenbahn selbst betreibende Stadt Frankfurt a. M. hatte einen Anhängewagen zur Schau gestellt, welcher zum Ferntransport von je drei von ihren Radgestellen abnehmbaren Müllabfuhrkästen eingerichtet ist [7]. Auch die Stadtgemeinden von Elberfeld, Kiel und Cöln hatten ihre Müllwagen geschickt. — Ferner seien noch erwähnt: die Gesellschaft „Salus" in Rath bei Düsseldorf (Strassenkehrmaschine mit selbsttätiger, stetig arbeitender Kehrichtaufladevorrichtung, Abb. 20), P. Bauer in Cöln-Ehrenfeld (staubfreie Müllabfuhrwagen, Selbstentlader), „Lutocar"-Kehrichtapparate, G. m. b. H., Berlin SW.; Otto Türcke in Coswig (Strassenkehrmaschine); H. Hellmers in Hamburg (Schaufelschneepflug); A. Hentschel in Berlin (Strassenwaschmaschine). Eine

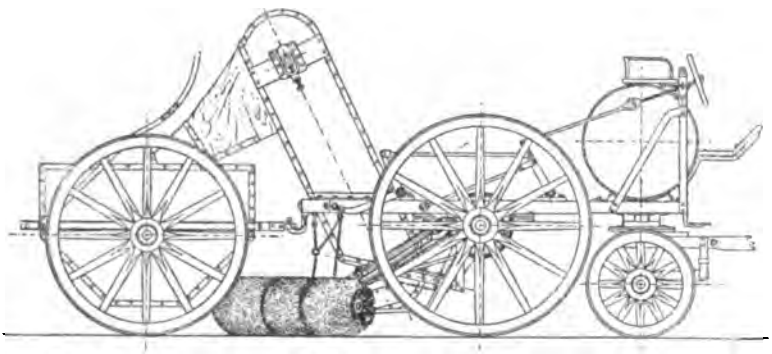


Abb. 20. Strassenkehrmaschine „Salus" mit Elevator.

1) Von Wasserfahrzeugen wird hier im allgemeinen abgesehen; vgl. übrigens „Schiff", „Schiffsbekohlung" (s. unten) u. s. w. im Inhaltsverzeichnis am Schluss des Buches; ferner: Schinkel, Der elektrische Schiffszug, Jena 1906, sowie Rothe, Der Schiffszug auf Wasserstrassen, Berlin 1907.

„hygienisch einwandfreie, technisch richtige und finanziell zufriedenstellende" Beseitigung des — übrigens in seiner Zusammensetzung in den einzelnen Städten sehr verschiedenen — Stadtkehrichtes wird zwar von allen Städten angestrebt, ist aber wohl (ausser vielleicht von Hamburg [8]) noch von wenigen bisher völlig erreicht, handelt es sich doch um beträchtliche, sehr ungleichförmige, meist wertlose Massen (man rechnet auf den Kopf der Bevölkerung für den Tag etwa 0,5, für das Jahr rund 180 kg Kehricht). Kehrichtsichtanlagen wie die in Puchheim bei München in Betrieb befindliche (ausgestellt im Jahre 1901 auf der Internationalen Ausstellung für Feuerschutz- und Feuerrettungswesen in Berlin) waren in der 1. Städteausstellung leider nicht vorhanden. [1])

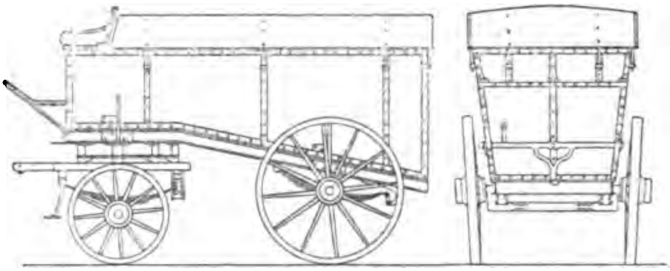


Abb. 21 u. 22. Strassenkohlenwagen von Lange & Gutzeit in Berlin.

An Stelle der erwähnten Frankfurter [7] und Hamburger Müllwagen [8] mit abnehmbaren Oberkasten weisen zum Beispiel die amerikanischen Strassenkohlenwagen zur schnelleren Entleerung ihres Inhalts einen geneigten Boden (Abb. 21 und 22) auf [9]. Diese Bauart hat sich durchaus bewährt und wird neuerdings auch von deutschen Firmen gewählt, namentlich für die im Innern grosser Städte angelegten Kesselhäuser u. s. w. Besonders sei hingewiesen auf den der Weidaer Wagenfabrik von C. Hänszgen in Weida (Thüringen) geschützten Arbeitswagen („Fix") — D.R.G.M. Nr. 284254 — sowie auf die Motorlastwagen der N. A. G. (Neue Automobil-Gesellschaft) in Berlin (Abb. 23) [10], und auf die neuesten derartigen, auch noch zum Kippen eingerichteten Wagen (s. unten: Kipper auf Gespannwagen, Autokipper der N. A. G. [11]).



Abb. 23. Motorlastwagen der B. E.-W., gebaut von der Neuen Automobil-Gesellschaft in Berlin (vgl. Abb. 300).

Endlich sei in diesem Zusammenhang noch kurz eingegangen auf den in Abb. 24 und 25 [12] veranschaulichten Freibahnzug, der aus einer Anzahl einachsiger Drehgestelle besteht, von denen zwei durch einen Längsverband zu einem Fahrzeug vereinigt sind. Näheres s. [13]. — Ueber elektrisch betriebene gleislose Betriebsmittel vgl. [14].

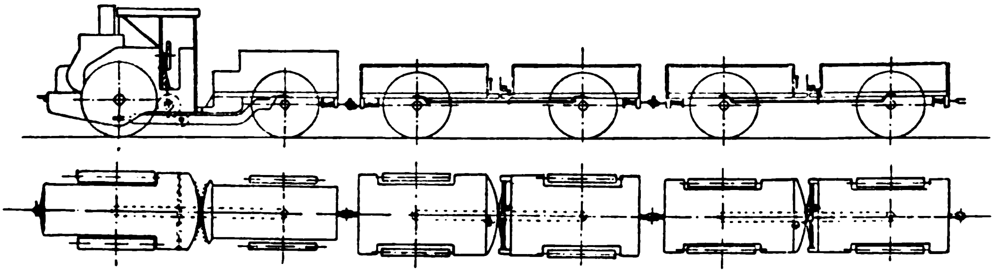


Abb. 24 u. 25. Freibahnzug der gleichnamigen G. m. b. H. in Seegefeld (Berlin).

[1]) Im übrigen sei verwiesen auf das wundervolle Werk von Wuttke (und seiner Mitarbeiter Klette, Kübler u. s. w.) „Die deutschen Städte" (Leipzig 1904).

Literatur: [1] Buhle, T. H., I, S. 93 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1097); Ders., ebend., T. H., III, S. 83 ff.; vgl. a. „Hütte“, 19. Aufl., 2. Teil, S. 538 ff. (s. hier unter Bagger). Vgl. ferner „Hütte“, 19. Aufl., 1. Teil, S. 805 ff. (besonders S. 807), „Belebte Motoren“ sowie S. 213 „Werte der Gesamtreibung für Strassenfuhrwerke“, ferner 2. Teil, S. 188 „Strassenbau“. — [2] Ders., T. H., II, S. 110. — [3] Ders., T. L., S. 66 (Glasers Ann. 1898, II, S. 91) und Ders., „Hütte“, 20. Aufl. — [4] Ders.. T. H., III, S. 83 ff. — [5] Ders., T. H., II, S. 81 (Glasers Ann. 1904, I, S. 13). — [6] Ders., T. H., III, S. 79 (Gewerbefleiss 1904, S. 296); ferner Deltmar, Elektrotechn. Zeitschr. 1907, S. 641 ff. u. s. w. — [7] Kölle, Das städtische Tiefbauwesen in Frankfurt a. M., 1903, S. 47 ff.; Buhle, T. H., III, S. 60 (Gewerbefleiss 1904, S. 276). — [8] Ders., T. H., I, S. 30 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 258 ff.). — [9] Ders., T. H. I, S. 68 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 120). — [10] Ders., T. H., III, S. 90 (Zeitschr. f. Arch. u. Ingenieurwesen 1905, S. 450). — [11] Zeitschr. d. Mitteleurop. Motorwagen-Ver. 1907, S. 377 ff. sowie „Stahl und Eisen“ 1907, S. 1596 ff. — [12] Pflug, Glasers Ann. 1907, I, S. 149 ff. — [13] Heller, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 121 ff. — [14] Schiemann, Elektrotechn. Zeitschr. 1903, S. 735, 1020; 1905, S. 623 ff.; ferner Buhle, T. H., II, S. 57 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 1186 (Koppelsche Rollböcke für Strassenbahntransport gleisloser Wagen).

2. Bahnen mit Schienengleisen auf dem Erdboden oder auf Gerüsten

(meist schmalspurige Bahnen mit Wagen von 0,5—1 t Inhalt).

Bei dieser Betriebsart setzt sich der Arbeitsverbrauch ebenfalls zusammen aus der Reibungsarbeit der vollen und leeren Fahrzeuge und Zugmittel und der Hubarbeit bei Steigungen. Die Gesamtreibung ist je nach Bauart und Zustand der Gleise und Fahrzeuge sehr verschieden.

α) Betrieb durch Menschen
β) Betrieb durch Zugtiere
} [1] (Kraft, Geschwindigkeit, Leistung und Tagesarbeit belebter Motoren); vgl. a. [1] der „gleislosen Bahnen“.

Literatur: [1] „Hütte“, 19. Aufl., 1. Teil, S. 806.

γ) **Betrieb durch Seil** auf zweischieniger Standbahn (Seilförderung oder **Gleisseilbahn) — Grubenbahnen** [1].

a) Förderung mit offenem Seil, Abb. 26 (ein Gleis mit zwei Endweichen, eine Antriebmaschine *A* mit zwei Trommeln I und II bei *B* oder zwei Antriebmaschinen mit je einer Trommel bei *A* und *B*). Das Seil wechselt die Laufrichtung. Abwärts gehende Wagen sind zu bremsen.

b) Förderung mit endlosem oder geschlossenem Seil (Abb. 27). Zwei Gleise; das Seil läuft stets in gleichem Sinne um.

Bei geschlossenem Kreislauf wird das Gewicht der aufwärts gehenden Wagen durch das der abwärts gehenden ausgeglichen. Geht die Nutzlast abwärts, so tritt bei einer gewissen, von Zustand und Bauart der Bahn abhängigen Neigung selbsttätiges Laufen ein, so dass statt einer Antriebvorrichtung Bremsen anzuordnen sind. Gesamtreibungszahl bei gutem Bau und Zustand von Bahn und Wagen etwa 0,005; einschliesslich Seilbiegung und Reibung der Trag- und Leitrollen rechnet man jedoch besser mit rund 0,03. Das Seil läuft entweder über die dasselbe tragenden Wagen (Oberseil, Deutschland) oder, durch Rollen gestützt, unterhalb zwischen den Schienen (Unterseil). Die Mitnahme der Wagen erfolgt durch das Seil mittels Hanf-, Metall- oder aus beiden vereinigter Knoten (Abb. 28), die hinter eine Gabel des Wagens fassen, oder (neuerdings) durch

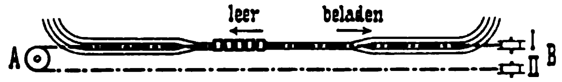


Abb. 26. Förderung mit offenem Seil.

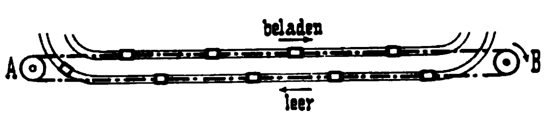


Abb. 27. Förderung mit endlosem (geschlossenem) Seil.

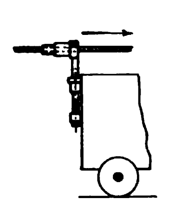


Abb. 28. Knotenseil.

Festklemmen an glatten Seilen (Abb. 29 und 30). Für Steigungen über 11 % dienen Mitnehmerschlösser, für etwa sich lösende Wagen Fangvorrichtungen. Seilgeschwindigkeit ∼ 0,5—1 m/sk, Förderlänge bis zu 5,8 km ausgeführt, Seillänge 10 km (nach G. Heckel in St. Johann-Saarbrücken [2]).

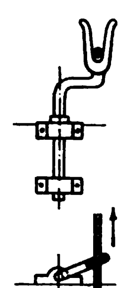


Abb. 29 u. 30. Klemmvorrichtung für glattes Seil.

Literatur: [1] Abt, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 5. Teil, Bd. 8, Leipzig 1907, S. 99 ff.; Braun, Die Seilförderung auf söhliger und geneigter Schienenbahn; Stein, Die verschiedenen Methoden der mechanischen Streckenförderung; Volk, Geräte und Maschinen zur bergmännischen Förderung; Rasch, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 1414 ff.

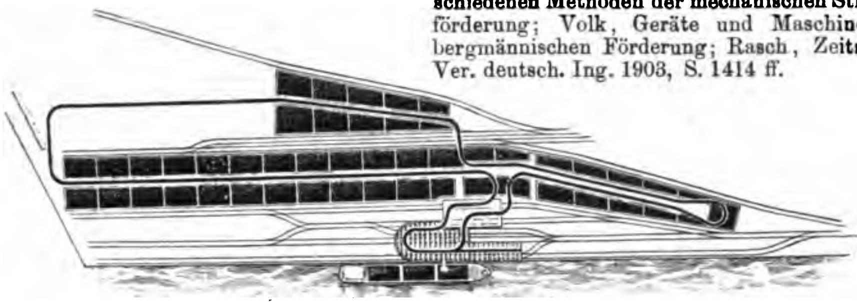


Abb. 31. Kabelbahn von Hunt.

δ) **Kabelbahnen,** Schienenbahnen mit Seilbetrieb und in sich geschlossenem Kreislauf (Abb. 31). Sie werden vornehmlich gebraucht, wenn die Verwendung von Schwerkraftbahnen (s. d.) beispielsweise wegen zu grosser Länge (180 m) ausgeschlossen ist, oder bei sehr kurvenreicher Grundrissführung (Abb. 31 und 32);



Abb. 32. Kabelbahn von Hunt-Pohlig.

vgl. a. Haufenlager und [1]. — Die Kabelbahnen von Hunt in New York bezw. J. Pohlig in Cöln werden verwendet zum Transport von Massengütern (Selbstentladerwagen, s. d.), wie für Stückgut (Plattformwagen); dabei kuppeln sich die von einem Arbeiter auf die Förderstrecke geschobenen Wagen selbsttätig an das endlose Seil. Die im allgemeinen für 1—2 t Tragfähigkeit gebauten Wagen erhalten meist zwei Drehgestelle (Abb. 33), damit ihre Beweglichkeit in den Kurven (bis 3,66 m Radius) möglichst vollkommen ist. Als besondere Vorzüge dieser Bahnen werden angegeben ihre grosse Anpassungsfähigkeit an bestehende Gebäulichkeiten (Abb. 31) sowie ihre geringen Betriebs- und Unterhaltungskosten. Hinsichtlich des Betriebes solcher Bahnen auf Rampen s. [2].



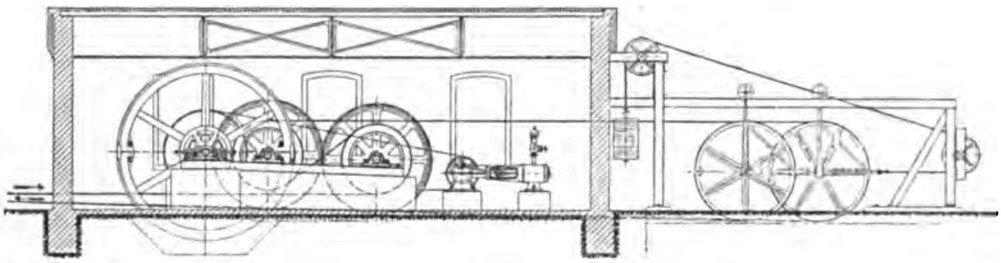
Abb. 33. Zweitonnen-Kabelwagen für beiderseitige Entladung.

Literatur: [1] Buhle, T. H., I, S. 42 und 45 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1354 und 1357), und T. H., III, S. 16 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 553). — [2] Fröhlich, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 440, Fig. 10; ferner Elektr. Kraftbetrieb und Bahnen 1907, S. 269 ff.

ε) **Rangierseilbahnen** [1]. Die wichtigsten Vorteile derartiger besonders von J. Heckel in St. Johann, C. W. Hasenclever Söhne (O. Lankhorst) in Düsseldorf und A. Bleichert & Co. in Leipzig durchgebildeten Anlagen [2] bestehen darin, dass an jeder beliebigen Stelle eines Bahnhofs in jedem Augenblick rangiert werden kann, und zwar in Zügen bis zu 15 beladenen Güterwagen mit einem Seilgreifer.

Ein neben den Gleisen bei normalen Verhältnissen in etwa 300—400 mm Höhe über dem Erdboden geführtes endloses Seil, das durch irgendeinen Motor oder von vorhandener Transmission angetrieben und während der Rangierperiode ständig in Bewegung gehalten wird, ermöglicht es, dass man an jeder Stelle der Anlage eine Kraftquelle zur Verfügung hat und infolgedessen die Wagen durch Ankuppeln an dieses Seil nach jeder beliebigen Stelle der Anlage bringen kann.

Der Umstand, dass zum Anfahren der Wagen die grösste Kraft erforderlich ist, nachher jedoch, wenn die Wagen in Gang gebracht sind, eine verhältnismässig geringe Kraft benötigt wird, um die laufenden Wagen in Gang zu halten, hat die Veranlassung gegeben, die Rangierseilbahnantriebe mit einem Schwungrad in Verbindung mit einer Reibungskupplung (Abb. 34 und 35) auszurüsten. Das Schwungrad ist so bemessen, dass es vermöge seiner lebendigen Kraft den fortzuschaffenden Wagen bezw. Zug in Gang bringt. Der Antriebmotor braucht daher nur so stark zu sein, dass er den laufenden Zug in Gang hält; er fällt mithin erstaunlich klein aus.



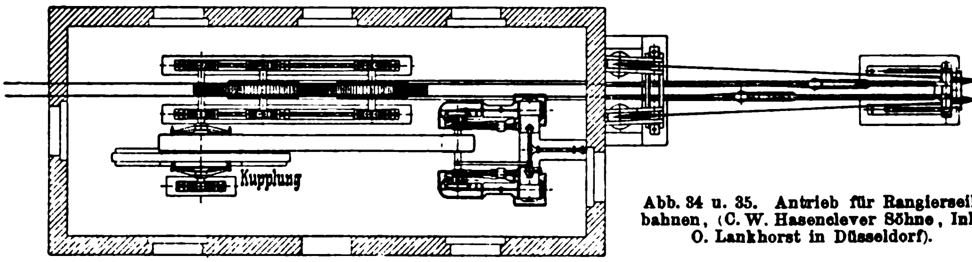


Abb. 34 u. 35. Antrieb für Rangierseilbahnen, (C. W. Hasenclever Söhne, Inh. O. Lankhorst in Düsseldorf).

Da die stillstehenden Wagen eine gewisse Zeit gebrauchen, bis sie die normale Umlaufgeschwindigkeit des Seiles erreicht haben, und ein Gleiten des Seiles in dem Seilgreifer oder in den Rillen der Antriebscheiben im Interesse der Haltbarkeit des Seiles sowie der Ausfütterung der Antriebrillen unbedingt vermieden werden muss, sieht die genannte Düsseldorfer Firma die obenerwähnte Kupplung vor, die es dem Schwungrad ermöglicht, ganz allmählich seine lebendige Kraft auf den anzufahrenden Zug zu übertragen. Ausserdem schützt diese Kupplung die ganze Anlage gegen Ueberlastungen.

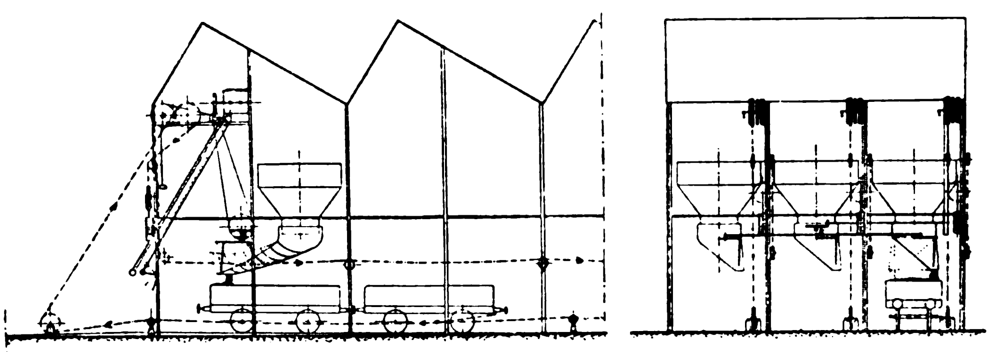


Abb. 36 u. 37. Seilrangieren unter gleichzeitiger selbsttätiger Beladung (G. Heckel in St. Johann).

Abb. 36 und 37 veranschaulichen eine Heckelsche Seilförderung zum Fortbewegen von Eisenbahnwagen unter gleichzeitiger selbsttätiger Beladung durch quer zum Wagen pendelnde Beschickungsrümpfe. Auf jedem Gleise wird eine besondere Kohlensorte verladen, und zwar Stückkohle, Gries, Nusskohle und Kohlenklein. Die insgesamt zur Verladung kommende Produktion beträgt 1000 t

in der Schicht oder zehn Wagen zu 10 t/st. Gewöhnlich werden immer vier Wagen zusammen an das Seil angeschlagen, so dass der letzte die andern zur Separation und unter den Verladetrichtern hindurch bis zu einem höchsten Punkt drückt, von wo sie ablaufen können. Die etwa 70 cm über *SO* laufenden Seile bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von 0,02 m/sk. Vgl. a. [3].

Literatur: [1] Buhle, T. H., III, S. 199 ff. (Uhland 1906, S. 2 ff.); Rasch, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 448 und 1419 ff. — [2] Ders., T. H., III, S. 244 („Stahl und Eisen" 1906, S. 645). — [3] Abt, Handb. d. Ing.-Wiss., 5. Teil, Bd. 8, S. 207 ff.

ζ) **Kettenbahnen** (Kettenförderung [Streckenförderung]) ähneln in der Gesamtanordnung den Gleisseilbahnen und werden hauptsächlich verwendet zur Ueberwindung starker Steigungen (Einsenkungen) mit keinen oder nur wenigen Krümmungen. Mitnehmer nach Abb. 38 bei untenliegender Kette, Kettengeschwindigkeit 0,75—1,5 m/sk.

Die Kettenbahnen eignen sich zum Massentransport (s. d.) namentlich auf Hüttenwerken (**Grubenbahnen**), in Zementfabriken, Tonwerken, Steinbrüchen, Ziegeleien, Sandgruben, chemischen Fabriken, Zuckerfabriken und ähnlichen industriellen Betrieben (s. a. Fabrikbahnen). Die Beförderung erfolgt auf Schienen; in besonderen Fällen können die Einrichtungen auch als Hängebahnen (s. d., Kettenhängebahnen) ausgebildet werden. Während die Förderkosten bei Pferdebetrieb z. B. in Westfalen 15—25 ₰/tkm betragen, stellt sich der Preis bei Kettenförderung bis zu 3 ₰/tkm. Bei Fortfall von etwa 30 Pferden in der Grube werden minutlich 300 cbm Luft erspart, d. h. es dürfen bei Lieferung der gleichen Luftmenge rund 150 Arbeiter mehr beschäftigt werden. Weitere Vorteile: Gleichmässige Förderung von Einzelwagen, welche sich der Schachtförderung anpasst; grosse Leistungsfähigkeit, die stündlich bis zu 400 Wagen betragen kann. Bei den Antrieben der Kettenbahnen finden neuerdings vielfach Greiferscheiben (mit stehenden Wellen) Anwendung (C. W. Hasenclever Söhne in Düsseldorf), bei denen eine Anzahl verstellbarer Stahlgreifer (Abb. 39 und 40) [1] (vgl. a. Bleicherts Kettengreiferscheibe, D.R.P. Nr. 174726) die Kette so umfassen, dass in bestimmter Entfernung ein Kettenglied gegriffen wird. Der Kraftverbrauch ist durch die halbe Umschlingung der Kette um die Antriebsscheibe und den Fortfall von Gegenscheiben auf das Mindestmass beschränkt. Bei einem Zugwiderstand der Förderwagen einschliesslich Kette von z. B. 6000 kg und einem Spanngewicht von 500 kg berechnet sich die Gesamtbelastung der Antriebswelle auf nur rund 6500 kg; entsprechend dieser geringen Belastung werden Welle, Lager und Verlagerungsteile wenig beansprucht.

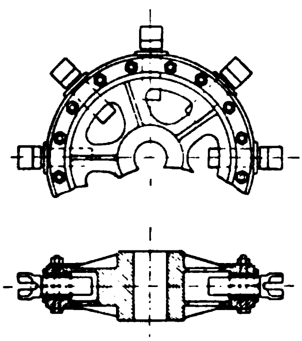


Abb. 39 u. 40. Greiferscheibe von C. W. Hasenclever Söhne, Düsseldorf.

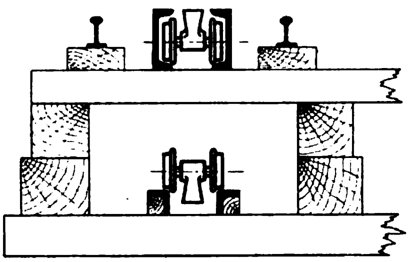


Abb. 38. Förderung mit Unterkette.

Je nach den örtlichen Verhältnissen werden oben- oder untenliegende Ketten gewählt. Eine Oberkette bietet bei Steigungen bis 1:4 vollkommene Sicherheit für guten Betrieb, da die Möglichkeit ausgeschlossen ist, dass sich die Wagen vom Zugmittel lösen, wenn man der Kette entsprechend ausgebildete Mitnehmer (s. Gleisseilbahnen) verwendet, in die sich die Kette einfach einlegt; die Wagen schlagen sich ohne Bedienung an die Kette, wenn ihnen etwas Gefälle gegeben wird. Nur schwache Kurven lassen sich mit am Zugmittel bleibenden Wagen durchfahren. Bei grossen Kurven schafft man einen selbsttätigen Betrieb, indem man die Wagen auf entsprechend geneigten Schienen von der Kette ab und wieder unter die Kette laufen lässt. Die Kette wird an diesen Stellen sowie vorteilhaft auch an den Anschlagspunkten hochgeführt, damit der die Wagen anschlagende Arbeiter nicht erst die verhältnismässig schwere Kette zu heben

braucht. — Eine 750 m lange Kette in Helmstedt (Braunschweig) besitzt beispielsweise 24 mm Gliedstärke, eine solche von 1600 m Länge in Zauckerode (Königreich Sachsen) 23 mm. Verschleiss äusserst gering. — Für die Gasanstalt im Haag sind von der **Bamag** zwei derartige Kettenbahnen (Abb. 41—43) [2] ausgeführt. Die vor den Oefen liegenden **Brouwer**schen Längsrinnen *f* (s. **Kratzer**) entleeren den gelöschten Koks durch einen unter dem Flur liegenden Trichter *t* in bereitstehende Wagen, deren Ueberführung nach dem Koksplatz auf dem Gleis I und deren Rückleitung nach dem Ofenhaus auf dem Gleis II mit Hilfe einer Oberkette selbsttätig erfolgt. Die gefüllten Wagen laufen frei auf einem Gefälle (Abb. 41), das sich bis zu einer Bahnunterführung

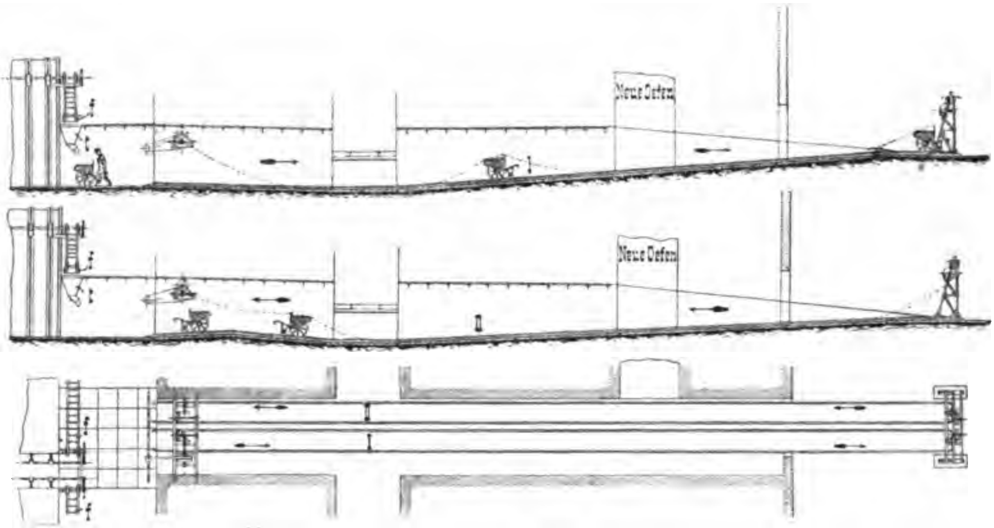


Abb. 41—43. Kettenbahn der Bamag in der Haager Gasanstalt.

erstreckt, hängen sich dann in die Kette ein, werden von dieser eine ziemlich lange und bedeutende Steigung hinaufgezogen, lösen sich am höchsten Punkte wieder aus und werden von Hand nach einer beliebigen Stelle des Koksplatzes gefahren und hier geleert. Auf dem Gleis II (Abb. 42) verhindert die Kette zunächst auf der langen Gefällstrecke, dass die leeren Wagen eine zu grosse Geschwindigkeit annehmen; auf der Steigung hinter dem tiefsten Punkt an der Unterführung zieht sie dieselben dann empor bis zu einem höhergelegenen Punkt, wo die Auslösung erfolgt und von wo die Wagen auf einem Gefälle wieder vor die Oefen gelangen. — Eine **Unterkette** ist besonders bei starken Förderungen auf kurzen Strecken geeignet. Abb. 44 und 45 [3] zeigen eine derartige hydraulisch betriebene geneigte Kettenbahn für Gepäckbeförderung auf dem Bahnhof St. Lazare in Paris. Die Unterkette gestattet eine vollständige Ausnutzung des Weges, da das eine bestimmte Länge in Anspruch nehmende Einfallen der obenliegenden Kette fortfällt. An den

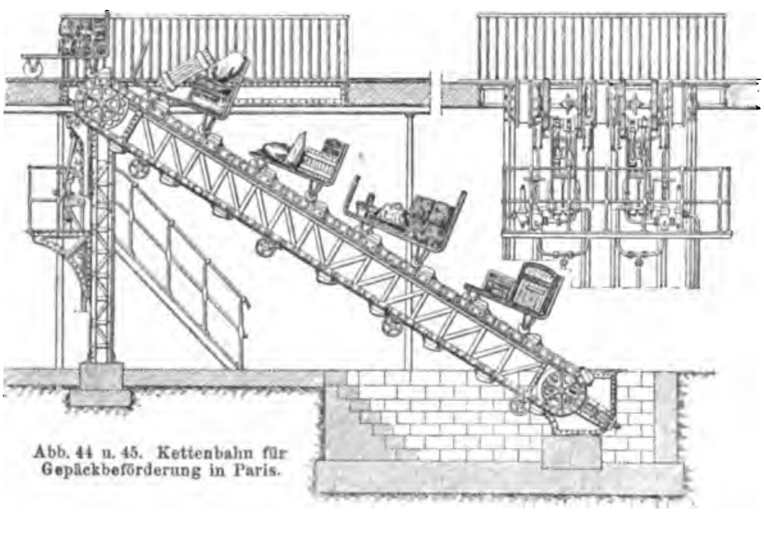


Abb. 44 u. 45. Kettenbahn für Gepäckbeförderung in Paris.

Wagen sind keine besonderen Mitnehmer erforderlich, die Kette selbst erhält sogenannte Mitnehmerglieder, die gegen die Wagenachsen oder in Ringe der Wagen fassen. Diese Einrichtung ermöglicht ein leichtes Anschlagen der Wagen an die Kette; sie brauchen nur in das Gleise geschoben zu werden, worauf ein sicheres Mitnehmen stattfindet. Das Abschlagen erfolgt selbsttätig. Mit der Unterkette können bei kurzen Strecken starke Steigungen und Kurven genommen werden. Um ein Senken der Kette in der Bahn zu vermeiden, wodurch ein Lösen der Wagen vom Zugmittel erfolgen würde, müssen Fussrollen in kurzen Entfernungen eingebaut und kräftige Spannmittel verwendet werden. Aus diesem Grunde sind auch Unterketten für längere Bahnen nicht geeignet. Im übrigen vgl. a. Elevator, Kratzer und Konveyor (Bagger).

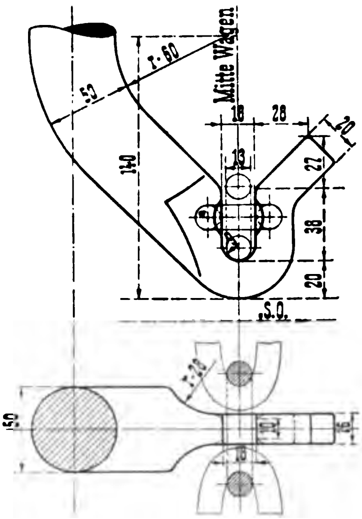


Abb. 46 u. 47. Koppelscher Greifer für Kettenbahnwagen (Unterkette).

A. Koppel, A.-G., in Berlin verwendet für Unterkette Greifer (Abb. 46 und 47); Auskupplung, d. h. Hochführen der Kette mittels höhergestellter Tragrolle. Der Kettengreifer, aus dessen Maul die Kette ausgehoben, schlägt an die Kettenrolle, dreht sich und gelangt so ausser Bereich der Kette. Flossholzförderung mit endloser Kette (Abb. 48), an der in gewissen Zwischenräumen Radsätze befestigt sind (nach A. Koppel, A.-G.), s. [4]. Die Beladestelle liegt unter Wasser; die Stämme werden mittels Haken in einem Einlauf herangezogen und legen sich auf Vierkantdorne, die mit den Achsen der Radsätze fest verbunden sind. Beim Aufsteigen drücken sich wegen des verminderten Auftriebes die Dorne fest in das Holz, so dass Steigungen von 1:4 bis 1:3 befahren werden können.



Abb. 48. Kettenaufzug für Flossholz (Russland) von A. Koppel, A.-G., in Berlin.

Literatur: [1] Buhle, T. H., III, Berlin 1906, S. 246 („Stahl und Eisen" 1906, S. 648). — [2] Ders., ebend., I, S. 125 (Journ. f. Gasbeleucht. 1901, S. 548). — [3] Ders., ebend., III, S. 225 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 281). — [4] Ders., ebend., I, S. 29 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 257).

η) Bei der **Bremsbergförderung** (Abb. 49) ist über eine mit einer Bremse versehene Scheibe oder Trommel ein Seil geschlungen, an dessen Enden der volle Wagen oben, der leere unten befestigt wird; die Bremse wird durch ein Gewicht

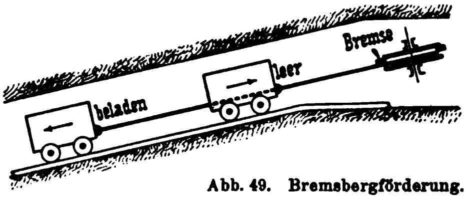
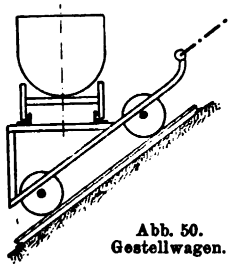


Abb. 49. Bremsbergförderung.


Abb. 50. Gestellwagen.

geschlossen gehalten. Die Wagen können nur bei Gefällen bis etwa 30° unmittelbar auf den Schienen laufen, bei steilerer Steigung wird ein besonderes Gestell (Abb. 50) nötig [1].

Literatur: [1] Buhle, T. H. II, S. 56 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 863 ff.).

ϑ) Gefällebahnen (vgl. a. Schwerkraftbahnen und Massentransport) bilden einen geschlossenen Kreislauf, auf dessen ersterem, grösserem, schwach abwärts geneigtem Teile (Mindestgefälle 3%) der Wagen selbsttätig abwärts und über die verstellbare Entladestelle, an der er sich selbsttätig entleert, hinweg läuft, um sich am Ende des abwärts geneigten Bahnteiles selbsttätig an eine Seil- oder Kettenbahn zu kuppeln, die ihn auf möglichst kurzem Wege, den Gefälleverlust ausgleichend, wieder zur Beladestelle befördert [1]. Oft auch Ausgleich durch Aufzüge [2]. Arbeitsbedarf gering, da nur die leeren Wagen vom tiefsten Punkte zur Beladestelle gehoben zu werden brauchen; Bauart der Antriebvorrichtung bei beliebig weit verzweigter Bahn einfach. Kurven erschweren den Betrieb und verlangen grössere Betriebskraft. Vgl. a. [3].

Literatur: [1] Buhle, T. H., I, S. 123 und 128 ff. (Journ. für Gasbel. und Wasservers. 1901, S. 546 ff.) — [2] Ders., ebend., S. 114 und 116 (Journ. für Gasbel. und Wasservers. 1901, S. 505 ff.). — [3] „Glückauf" 1907, S. 397 (s. a. Kettenbahn daselbst).

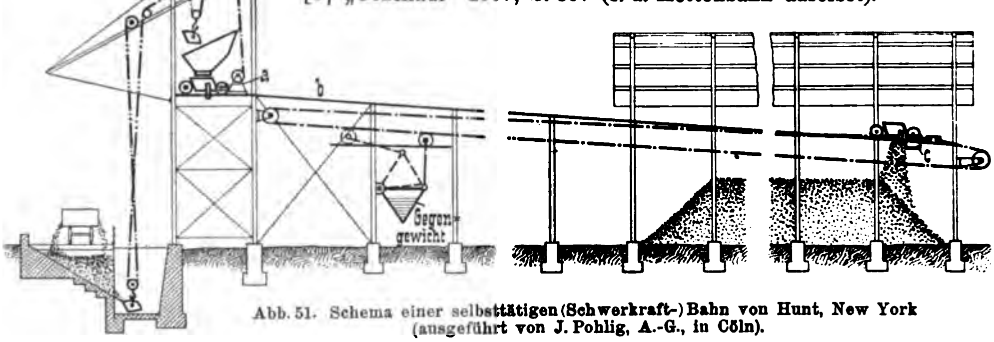
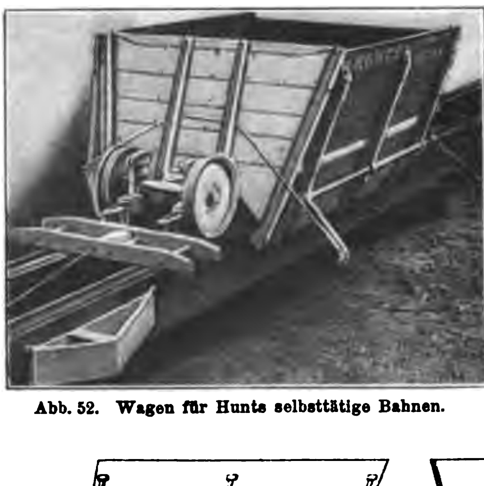
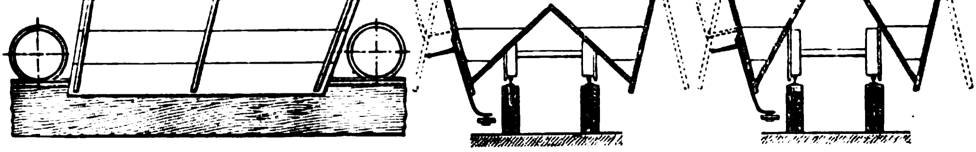


Abb. 51. Schema einer selbsttätigen (Schwerkraft-) Bahn von Hunt, New York (ausgeführt von J. Pohlig, A.-G., in Cöln).


Abb. 52. Wagen für Hunts selbsttätige Bahnen.

ι) Schwerkraftbahnen (selbsttätige oder automatische Bahnen) sind schwach geneigte Hochbahnen (Abb. 51), auf denen besonders gebaute Wagen (Abb. 52—55) von einer Beladestelle aus selbsttätig, d. h. ohne Vermittlung einer Betriebsmaschine, zu einer einstellbaren Entladestelle laufen, um nach erfolgter (automatischer) Entleerung wiederum selbsttätig zum Ausgangspunkt zurückzukehren. — Vgl. a. Gefällebahnen, Haufenlager (Abb. 782—785), Kübel (Kübelwagen), Rutsche, Luftseilbahnen (Riesen), Massentransport und [1].


Abb. 53—55. Wagen für Hunts selbsttätige Bahnen.

Eine Schwerkraftbahn besitzt eine an der Belade- und Verwiegestelle [2] wagerechte, sodann auf einer kurzen

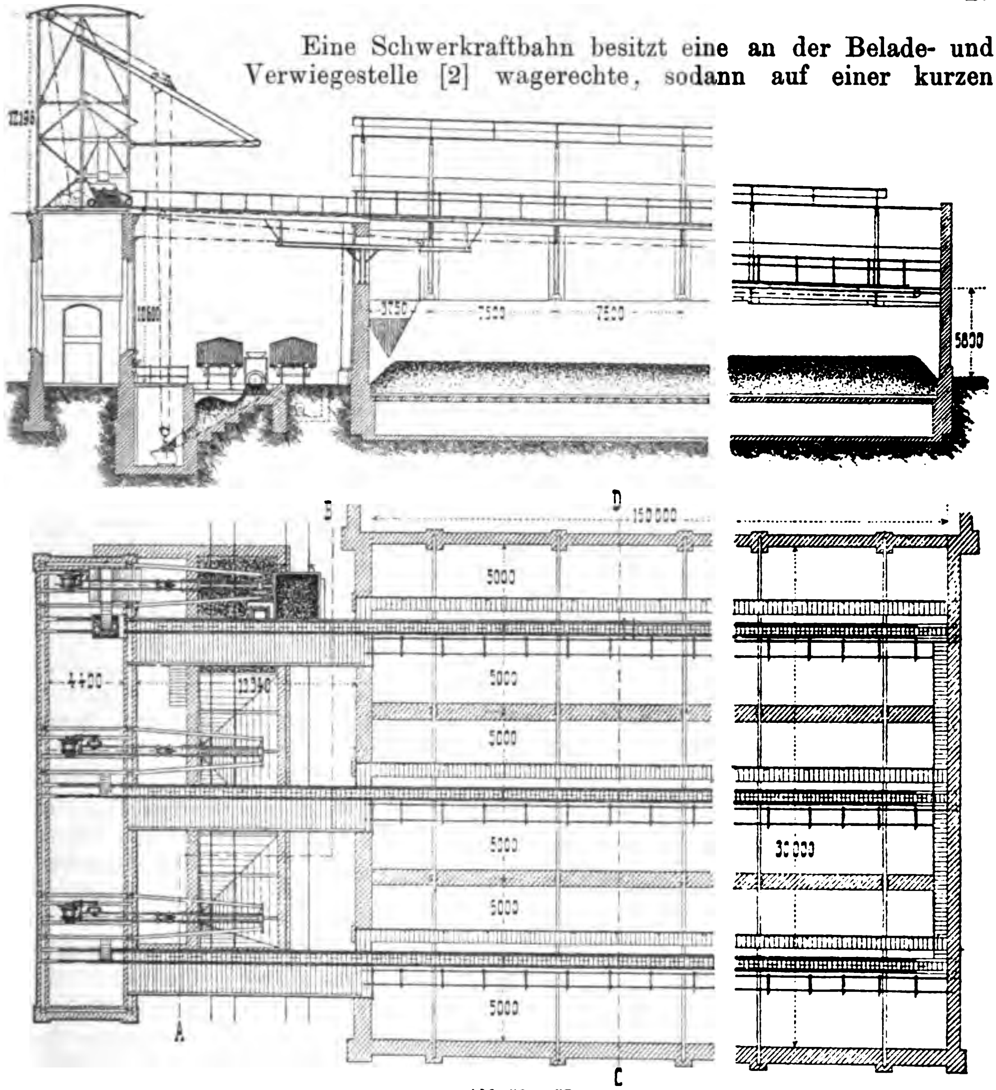


Abb. 56 u. 57.

Abb. 56–59. Huntsche Schwerkraftbahnen zur Kohlenförderung und -lagerung im Gaswerk von Zürich (J. Pohlig, A.-G., in Cöln).

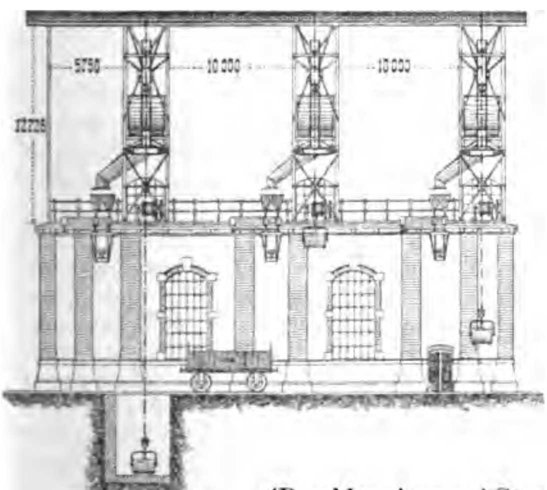
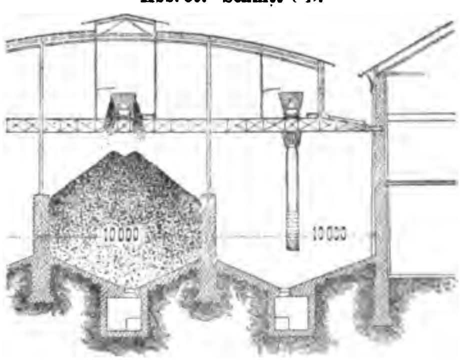


Abb. 58. Schnitt *AB*.

Abb. 59. Schnitt *CD*.



(Beschleunigungs-) Strecke *ab* (Abb. 51) etwas stärker und hierauf durchweg schwach (etwa 3 : 100) geneigte, bis zu 180 (250) m lange, meist gerade, zuweilen (aber im Gegensatz

zu den Kabelbahnen [s. d.] nur nahe der Beladestelle, s. Haufenlager, Abb. 782 und 783) mit Kurve versehene zweischienige Gleisbahn mit 560 mm Spurweite zwischen den aussen sitzenden Radflanschen (vgl. Fabrikbahnen, Abb. 232). Der bis zu 2 t fassende, mit (je nach dem Fördergut) mehr oder minder spitz ausgebildetem Eselsrücken und Seitenklappen (Abb. 52—55) versehene Wagen (Selbstentlader, s. d.) wird kurz vor der durch einen Frosch (Abb. 52) beliebig einstellbaren Entladestelle *c* (Abb. 51), an der er sich selbsttätig entleert, mit einem endlosen Seile gekuppelt; dadurch wird die lebendige Kraft des Wagens benutzt, um ein drehbares Gegengewicht (Abb. 51 und 56—59 [3]) zu heben, dessen Arbeitsvermögen dazu dient, den leeren Wagen auf der geneigten Ebene wieder zur Beladestelle zurückzubringen. Die Gleise können auf dem Boden [4] oder auf Gerüsten verlegt werden; letztere können fest [5], fahrbar [6], auch drehbar (s. Haufenlager, Abb. 785) sein, oder können aus mehreren hintereinander aufstellbaren Teilen bestehen [7]. Höchstgeschwindigkeit der Wagen 5—7 m/sk; Leistung bis zu 80 t/st, d. i. rund die von zwei (Hunt-) Elevatoren (s. d.) gehobene Fördermenge.

Literatur: [1] Buhle, T. H., III, S. 321; Ders., Glasers Annalen 1898, II, S. 67, 91, und Taf. III—VI; Ders., T. H., I, S. 38 bezw. 44 ff. (Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1250 bezw. 1356); Ders., „Hütte", 19. Aufl., I. Teil, S. 1234 ff.; ferner v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 811 ff., sowie Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 294 ff. — [2] Buhle, T. H., II, S. 142. — [3] Ders., Glasers Annalen 1898, II, Taf. VIII. — [4] Ders., T. H., III, S. 6 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 527). — [5] Ders., Glasers Annalen 1898, II, S. 91, und Taf. III. — [6] Ders., ebend., Taf. X. — [7] Ders., T. H., III, S. 169.

κ) **Bahnen mit Lokomotivbetrieb.** Da es von vornherein ausgeschlossen sein muss, in dem Rahmen dieses Buches die Verkehrsmittel der Hauptbahnen, denen im allgemeinen selbstverständlich eine hohe Bedeutung für den Massenferntransport beizumessen ist, systematisch und erschöpfend zu behandeln, so sei hier von den Vollbahnlokomotiven nahezu vollständig abgesehen, und insbesondere seien nur kurz besprochen die sogenannten **leichten** Lokomotiven, wie sie namentlich für Erdförderungen u. dergl. (s. unten) in Frage kommen. Doch sei nicht unterlassen, an dieser Stelle auf einen Teil der überaus umfangreichen Literatur über Eisenbahnbetriebsmittel hinzuweisen, s. [1]. — Unterschieden seien a) Dampf- (einschliesslich feuerlose) Lokomotiven, b) Pressluftlokomotiven, c) Gas-(Motor-)Lokomotiven und d) elektrische Lokomotiven.

a) Leichte Dampflokomotiven [2].

Ihrem Verwendungszweck entsprechend kann man die grosse Zahl der leichten Dampflokomotiven, die gegenwärtig eine ganz hervorragende Rolle für das gesamte Verkehrsleben erlangt haben (nach A. Borsig, Berlin-Tegel), in folgende vier Hauptgruppen einteilen:

1. Lokomotiven für Bauunternehmungen und Transportbahnen,
2. Lokomotiven für Wald-, Forst- und Plantagenbahnen,
3. Lokomotiven für Anschlussbahnen und Rangierzwecke,
4. Lokomotiven für Stadt-, Klein- und Nebenbahnen.

Der Verschiedenheit des Zweckes entsprechen auch die Grundsätze, welche die Bauarten der einzelnen Gattungen bedingen, wobei vor allem beachtet werden muss, dass die an diese Gruppe von Lokomotiven gestellten Anforderungen andre, teilweise grössere sind als bei Vollbahnen. Bei den für leichte Lokomotiven in Betracht kommenden kleineren Betrieben wird im Gegensatz zu dem meist grossen Lokomotivpark von Vollbahnen selten eine Reservemaschine vorhanden sein, so dass die Lokomotive tagaus, tagein, zuweilen Tag und Nacht unter schwierigen Verhältnissen ununterbrochen arbeiten muss und für eine gründliche Reinigung und Reparatur nur selten Zeit gefunden wird. Den Lokomotiven von Vollbahnen wird stets eine sorgfältige und fachmännische Wartung zuteil, während dies bei leichten Lokomotiven selten der Fall sein wird, da oft nur ein intelligenter Arbeiter mit der Führung und Wartung der leichten Lokomotive betraut werden kann. Dem Verwendungszweck entsprechend wird der Betrieb meist ein vorübergehender und provisorischer sein und das Gleis nur mit geringer Sorgfalt verlegt werden können, und hierdurch wird die leichte Lokomotive ebenfalls oft sehr beansprucht.

Alle diese Punkte sind beim Bau von leichten Lokomotiven zu beachten und haben bei den Entwürfen zu den Grundsätzen geführt: grösste Einfachheit in der Bauart, Uebersichtlichkeit in Anordnung des Triebwerkes und der Armaturen, Verwendung nur besten Materials, grosse Dauerhaftigkeit und kräftige Abmessungen aller der Abnutzung unterworfenen Teile. — Unterscheidet man nach der Bauart und nach dem Verwendungszweck, d. h. nach Gesichtspunkten, die, obgleich sie sich zum Teil decken, praktisch gleiche Berechtigung für die Einteilung haben, so ergeben sich neun Gruppen, nach denen auch im folgenden im einzelnen die Lokomotivtypen besprochen werden sollen:

1. zweiachsige Tenderlokomotiven,
2. dreiachsige Tenderlokomotiven,
3. gelenkige Doppelverbundlokomotiven,
4. Kranlokomotiven,
5. Lokomotiven für Bauunternehmungen,
6. Lokomotiven für Wald-, Forst- und Plantagenbahnen,
7. Lokomotiven für Anschlussbahnen und Rangierzwecke,
8. Lokomotiven für Stadt-, Klein- und Nebenbahnen,
9. feuerlose Lokomotiven.

1. Zweiachsige Tenderlokomotiven. Die allgemeine Einrichtung solcher Maschinen geben die Abb. 60 und 61 wieder; diese Lokomotiven eignen sich für alle Transportzwecke auf beweglichen oder festliegenden Gleisen, insbesondere für Erdtransporte bei Bauunternehmungen für Industrie-, Werk-, Kohlen- und Forstbahnen, für Rangierzwecke sowie in ihren grösseren Ausführungen für schmalspurige und normalspurige Kleinbahnen. Besonders bei den erstgenannten Verwendungsarten haben sie vor dem Betrieb mit Pferden den Vorzug eines um etwa 50% billigeren Betriebes und vor dem elektrischen Betrieb den Vorteil grösserer Beweglichkeit.

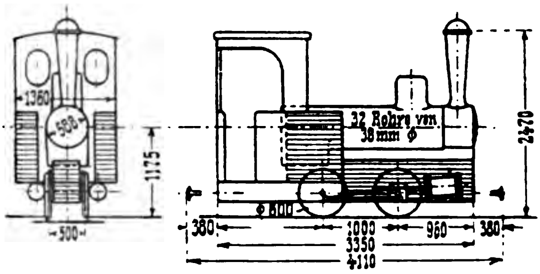


Abb. 60 u. 61. $^2/_2$-gekuppelte Tenderlokomotive (5,25 t Dienstgewicht), gebaut von A. Borsig in Berlin-Tegel.

Die Vorratsbehälter für das Speisewasser werden zweckmässig unter den Kessel zwischen die Rahmen gelagert, um den Lokomotiven auch bei schmaler Spurweite und weniger sorgfältig verlegten Gleisen eine gute Stabilität zu sichern. Das Triebwerk und gewöhnlich auch die Räder liegen ausserhalb der Rahmen, so dass das ganze Gewerk mit leichter Mühe jederzeit geprüft und nachgesehen werden kann. Im Interesse schneller Lieferungen wird auf den Borsigschen Werken von den in den nachstehenden Tafeln als Normaltypen bezeichneten Lokomotiven stets eine Anzahl fertiger Einzelteile vorrätig gehalten, so dass in den meisten Fällen die Lieferung der Lokomotiven innerhalb weniger Monate, diejenige von Ersatzteilen meist sofort erfolgen kann. Natürlich werden ausserdem auch Lokomotiven jeder gewünschten Bauart und Stärke ausgeführt, die dann naturgemäss eine etwas längere Lieferzeit bedingen.

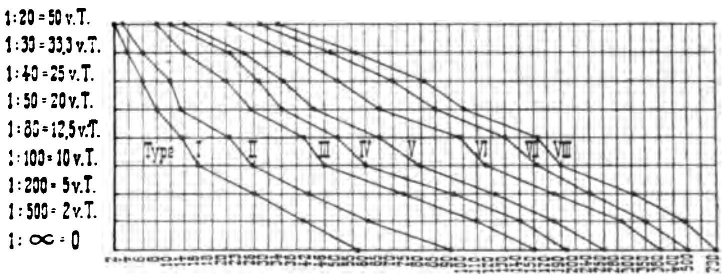


Abb. 62. Schema der Zugleistungen der in Taf. 11 aufgeführten Lokomotiven bei verschiedenen Steigungen.

Abb. 62 zeigt ein Schema der Zugleistungen von den in Tafel 11 aufgeführten Lokomotiven bei verschiedenen Steigungen. Die Stundengeschwindigkeiten bei

diesen Leistungen sind für I gleich 8 km, für II gleich 9 km, für III, IV, V, VI gleich 10 km, für VII und VIII gleich 13 km. Die Leistungen sind ermittelt unter der Annahme, dass das Gleis ordnungsmässig verlegt ist, die Wagen ein kleinstes Reibungsgefälle von 1:200 haben[1]) und der Achsdruck der Wagen annähernd gleich dem der Lokomotiven ist. Die wertvollen Ziffern der Schemata sowie der Tafeln sind nicht als in jedem Falle massgebend anzusehen; sie sollen vielmehr nur dazu dienen, einen allgemeinen Voranschlag aufzustellen.

Bekanntlich werden schmalspurige Lokomotiven fast immer (merkwürdigerweise und im Gegensatz zu den Vollbahnlokomotiven) nach der Zahl von Pferdestärken bestellt, wie man das z. B. auch aus Anzeigen in den Zeitschriften u. s. w. ersehen kann. Auch für diese geschäftliche Seite der Frage bilden die Zahlen und Schaulinien ein vortreffliches Hilfsmittel.

Zahlentafel 11. Hauptabmessungen einiger meist gebräuchlichen zweiachsigen Tenderlokomotiven.

Nr.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Pferdestärken	10	20	30	40	50	80	120	150	PS.
Spurweite.	500	500	600	600	750	900	900	1435	mm
Zylinderdurchmesser d .	115	140	165	185	210	260	300	320	"
Kolbenhub s	200	260	300	300	300	400	400	450	"
Raddurchmesser D . .	500	600	600	600	650	800	800	900	"
Dampfdruck p	15	15	14	12	12	12	12	12	Atm.
Heizfläche (wasserberührte)	5	8	12	15	19	28	40	50	qm
Rostfläche	0,2	0.25	0,3	0,35	0,4	0,55	0,7	0,9	"
Raum für Wasser . . .	250	350	450	500	750	1200	1500	3000	l
Raum für Brennmaterial	150	200	300	350	450	700	1000	1200	"
Radstand	800	900	1000	1100	1200	1600	1800	2200	mm
Leergewicht (rund) . .	3,1	4,4	5,4	6,2	6,9	10,5	13,5	16,5	t
Dienstgewicht (rund) . .	4.0	5,5	6,7	7,7	8,8	13,8	18,0	23	"
Kleinster Krümmungshalbmesser	8	10	12	15	20	40	50	75	m
Grösste Geschwindigkeit	12	15	15	15	20	30	30	35	km/st
Zugkraft $\left(\frac{0,5\,p\,d^2 s}{D}\right)$.	396	637	816	1026	1223	2028	2528	3072	kg

2. Dreiachsige Tenderlokomotiven. Sechsrädrigen, dreifach gekuppelten Lokomotiven bietet sich — wie den zweiachsigen — ein weites Feld der Verwendung. Vor letzteren haben sie den Vorteil, dass bei gleichem Oberbau eine wesentlich stärkere Maschine, oder bei gleich kräftiger Maschine ein leichterer Oberbau gewählt werden kann.

Der durch die dritte Achse sich ergebende grössere Radstand begrenzt anderseits die zulässigen Krümmungen in der Weise, dass deren Halbmesser für dreiachsige Lokomotiven — von besonderen Bauarten abgesehen — im allgemeinen grösser sein müssen als bei zweiachsigen. Daher eignen sich die dreiachsigen Lokomotiven in ihren kleineren Abmessungen in erster Linie für Werk- und Transportbahnen mit leichtem Oberbau und nicht zu kleinen Krümmungen, in ihren grösseren Abmessungen für Kleinbahnen, welche neben dem Güter- auch dem Personenverkehr dienen und mit Rücksicht auf eine billige Gesamtanlage über verhältnismässig schwachen Oberbau verfügen.

[1]) Die Reibung in den Lagern der Wagen ist gerade noch so gross, dass die Wagen auf Steigungen von 1:200 von selbst ins Rollen kommen. Diese Festlegung einer bestimmten Ziffer für den Reibungswiderstand ist notwendig, da bei den hier in Betracht kommenden Betrieben häufig sehr primitives Wagenmaterial Verwendung findet, das, wenn schlecht oder gar nicht geschmiert, der Fortbewegung durch die Lokomotive einen Widerstand entgegensetzen kann, den zu schätzen man kaum in der Lage ist, so dass man Zugleistungen der Lokomotiven nur dann zu garantieren vermag, wenn für den zulässigen Reibungswiderstand der Wagen eine Grenze gezogen ist, deren Wert in die Rechnung eingestellt wird.

Abb. 63 und 64 zeigen die allgemeine Anordnung einer solchen Kleinbahnlokomotive, die sowohl für schmale wie für normale Spurweite in den verschiedensten Abmessungen gebaut wurden. Tafel 12 und Abb. 65 geben über einige Abmessungen und über die Leistungen Aufschluss.

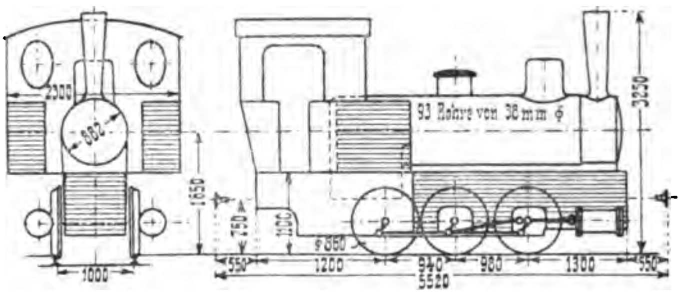
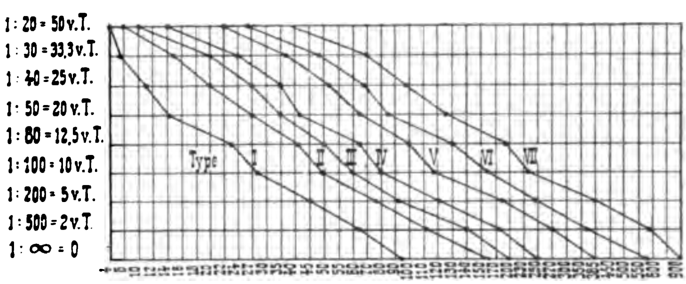


Abb. 63 u. 64. $^3/_3$-gekuppelte Tenderlokomotive (15,8 t Dienstgewicht), gebaut von A. Borsig in Berlin-Tegel.

Zahlentafel 12. Hauptabmessungen einiger gebräuchlichen dreiachsigen Tenderlokomotiven.

Nr.	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	für Transportzwecke				für Kleinbahnen			
Pferdestärken	20	30	40	50	80	125	250	PS.
Spurweite	500	600	600	750	750	1000	1435	mm
Zylinderdurchmesser d	140	160	185	210	260	300	350	"
Kolbenhub s	260	260	300	300	400	450	550	"
Raddurchmesser D	600	600	650	650	800	900	1100	"
Dampfdruck p	15	14	12	12	12	12	12	Atm.
Heizfläche (wasserberührte)	8	12	15	18	28	41	67	qm
Rostfläche	0,25	0,3	0,35	0,4	0,6	0,8	1,3	"
Raum für Wasser	300	450	500	700	1000	1600	4000	l
Raum für Brennmaterial	200	300	350	450	700	900	1250	"
Radstand	1275	1275	1400	1400	1800	2200	3000	mm
Leergewicht (rund)	4,8	6,0	6,7	7,6	11,5	15,5	24,5	t
Dienstgewicht (rund)	6,0	7,4	8,4	9,5	14,5	20,0	32,0	"
Kleinster Krümmungshalbm.	20	20	30	30	50	60	200	m
Grösste Geschwindigkeit	15	15	20	20	30	35	45	km/st
Zugkraft $\left(\frac{0{,}5\,p \cdot d^2 \cdot s}{D}\right)$	637	776	948	1223	2028	2700	3675	kg

Die Geschwindigkeiten bei diesen Leistungen sind für die Typen I gleich 9 km/st, für II, III, IV und V gleich 10 km/st, für VI gleich 13 km/st, und für VII gleich 18 km/st. Die Leistungen sind unter denselben Annahmen wie bei Abb. 62 ermittelt, nur ist das Mindestreibungsgefälle bei den Typen VI und VII zu 1 : 250 angenommen.



Tonnenzuggewicht ausser dem Eigengewicht.

Abb. 65. Schema der Zugleistungen der in Taf. 12 aufgeführten Lokomotiven bei verschiedenen Steigungen.

3. Gelenkige Doppelverbundlokomotiven. Wie bei den dem öffentlichen Verkehr dienenden Bahnen, so werden auch bei den Klein- und Transportbahnen die Ansprüche an die Leistungsfähigkeit der Betriebsmittel immer höhere. Der Erfüllung dieser Ansprüche stellen sich indessen in der Beschaffenheit des oft mit Rücksicht auf eine billige Bahnanlage verhältnismässig schwachen Oberbaues häufig erhebliche Schwierigkeiten in den Weg.

Als eine sehr glückliche Lösung dieser Schwierigkeiten kann die durch Abb. 66 und 67 veranschaulichte Bauart bezeichnet werden, welche in neuerer Zeit immer weitere Anwendung findet. Der Grundgedanke dieser Bauart ist der, dass das Laufwerk in zwei durch besondere Dampfzylinder angetriebene Gestelle zerlegt ist, welche durch ein um einen senkrechten Zapfen drehbares Scharnier miteinander verbunden sind, während der gemeinschaftliche Kessel sowie das Führerhaus und die Wasserkästen, mit dem Hintergestell ein festverbundenes Ganzes bildend, auf dem Vordergestell mittels Schleifflächen ruht und diesem damit freie Beweglichkeit in den Kurven gestattet.

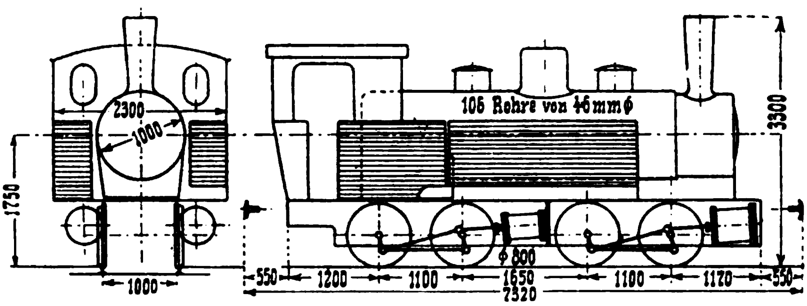


Abb. 66 u. 67. 2 × ²/₂-gekuppelte Duplex-Verbund-Tenderlokomotive mit Dampfdrehgestell (25,5 t Dienstgewicht), gebaut von A. Borsig in Berlin-Tegel.

Der grosse Vorteil dieser Bauart liegt darin, dass man trotz kleiner Kurven und schwacher Schienen kräftige, schwere Lokomotiven verwenden kann, deren ganzes Gewicht für die Zugkraft nutzbar gemacht wird; bedeutet doch erfahrungsgemäss jede Tonne nutzlos mitgeschleppten Eigengewichts eine bedeutende Einbusse an der Rentabilität einer Bahnanlage.

Ein weiterer Vorteil ist der, dass das Zylinderpaar des vorderen Gestelles mit dem Abdampf aus dem hinteren Zylinderpaare, also mit Verbundwirkung arbeitet, was auf den Kohlenverbrauch und auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes von wichtigem Einfluss ist; dazu besitzt diese Bauart vor ähnlichen Systemen den Vorteil, dass die einzige bewegliche Rohrleitung, d. i. diejenige nach den vorderen (Niederdruck-)Zylindern, nur von niedrig gespanntem Dampfe erfüllt ist, also Undichtigkeiten ziemlich ausgeschlossen sind.

Es liegt in der Natur dieser Bauart, dass sie sich weniger für grosse Geschwindigkeiten als besonders dort eignet, wo es sich darum handelt, auf schwierigem Gelände mit grossen Steigungen und engen Kurven verhältnismässig grosse Lasten zu befördern.

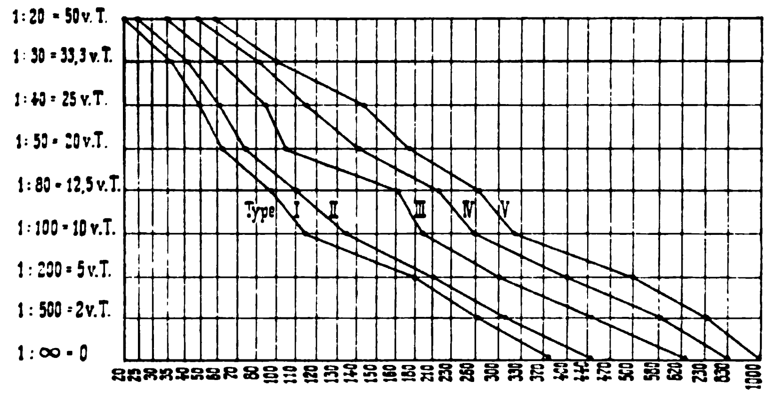


Abb. 68. Schema für die Leistungen der in Taf. 13 aufgeführten Lokomotiven bei verschiedenen Steigungen.

Die in Abb. 68 und Tafel 13 angegebenen Leistungen werden erzielt bei stündlichen Geschwindigkeiten von 10, bezw. 13, 14, 15, 16 km für die Typen I—V. (Dabei ist das Mindestreibungsgefälle der Wagen zu 1:200 angenommen.)

Zahlentafel 13. Hauptabmessungen einiger gebräuchlichen Doppelverbundlokomotiven.

Nr.	I	II	III	IV	V	
Pferdestärken . . .	80	120	180	250	350	PS.
Spurweite	600	600	750	1000	1000	mm
Hochdruckzylinder . .	200	215	250	280	310	„
Niederdruckzylinder d .	290	320	375	420	460	„
Gemeinschaftl. Hub s .	260	300	380	500	550	„
Raddurchmesser D . .	600	650	800	1000	1100	„
Dampfdruck p . . .	12	12	12	12	12	Atm.
Heizfläche (wasserberührte)	26	36	50	75	85	qm
Rostfläche	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	„
Fester Radstand . .	800/800	900/900	1050/1050	1500/1500	1800/1600	mm
Gesamtradstand . . .	2800	3000	3600	4500	4800	„
Raum für Speisewasser	1800	2000	2400	3200	3500	l
Raum für Brennmaterial	700	800	900	1000	1000	„
Leergewicht (rund) . .	11	14	19	26	32	t
Dienstgewicht (rund) .	15	18	25	33	40	„
Zugkraft $\left(\frac{0,5\, d^2 \cdot s \cdot p \cdot 2}{D}\right)$	2080	2480	3560	4700	5760	kg
Kleinster Krümmungshalbmesser	20	25	40	60	75	m
Grösste Geschwindigkeit	20	25	30	35	40	km/st

4. Kranlokomotiven [3]. Von hohem Interesse und von grossem Werte für alle grösseren industriellen und landwirtschaftlichen Betriebe ist die bemerkenswerte Vereinigung von Kran und Lokomotive, welche die Firmen A. Borsig in Berlin, Henschel & Sohn in Cassel, Maschinenfabrik Esslingen u. a. [3] herstellen und unter dem Namen Kranlokomotiven in den Handel bringen. Eine der ersten solcher Kranlokomotiven (Abb. 69) ist z. B. im Jahre 1900 im Tegeler Werk der Firma Borsig erbaut und befindet sich seitdem dort in Tätigkeit. Sie dient einerseits zum bequemen Verladen und Umladen von Materialien und schweren Maschinenteilen, wird aber anderseits auch unter Nichtverwendung des Krans als Rangierlokomotive in der üblichen Weise benutzt. In beiden Funktionen hat sie sich in gleich guter Weise bewährt. Diese Vielseitigkeit in der Verwendung und die ausserordentliche Bequemlichkeit in der Handhabung lassen den Gebrauch der Kranlokomotiven besonders zweckmässig erscheinen für Stahl- und Eisenwerke, Maschinenfabriken, Schiffswerften sowie für alle andern grossen industriellen Betriebe und Verwaltungen.

Die Kranlokomotive (Abb. 69) ist für normale Spurweite (1435 mm) gebaut und hat folgende hauptsächliche Abmessungen:

Zylinderdurchmesser	260 mm
Kolbenhub	420 „
Treibraddurchmesser	800 „
Laufraddurchmesser	600 „
Heizfläche	38 qm
Rostfläche	0,68 qm
Dampfdruck	12 Atmosphären
Radstand (gesamt)	3200 mm
Wasserraum etwa	2,5 cbm
Kohlenraum „	0,7 „
Leergewicht „	21,5 t
Dienstgewicht „	26,5 „

Hubgeschwindigkeit: ganzer Hub 3 m in 6—8 Sekunden
Drehgeschwindigkeit: 1 ganze Drehung in 25—12 Sekunden.

Der Ladearm des Kranes hat eine Ausladung von 500 mm und ist für eine Höchstladung von 3000 kg berechnet; der Arm ist um 360° drehbar,

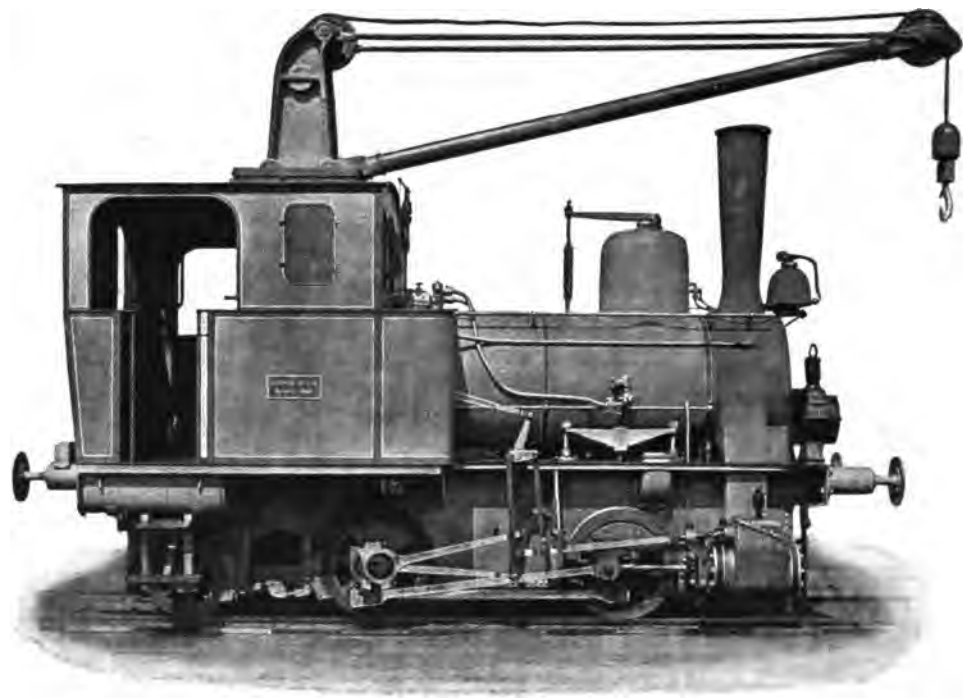


Abb. 69. Kranlokomotive von A. Borsig in Berlin-Tegel (1435 mm Spur, 26,5 t Dienstgewicht).

beschreibt also einen vollen Kreis. Die Zugkraft der Lokomotive beträgt — ihr Eigengewicht nicht gerechnet — auf nahezu ebenem Gelände mit Steigungen von etwa 2 ‰ ungefähr 500 t Bruttolast.

Ein grosser Vorzug dieser Kranlokomotive besteht darin, dass der Antrieb des Kranes sich innerhalb des Führerhauses befindet, ausserhalb des Bereiches schädlicher Witterungseinflüsse. Er ruht auf einem Gestell, das bockartig den Feuerkasten umfasst, auf der einen Seite trägt er eine zweizylindrige Dampfmaschine, welche mit Hilfe eines doppelten Zahnrädervorgeleges das Aufwinden der Last besorgt, während auf der andern Seite eine zweite kleine zweizylindrige Dampfmaschine angeordnet ist, welche durch Schnecke und Schneckenrad den Lastarm dreht. Die zur Bedienung nötigen Handgriffe sind übersichtlich angeordnet und ermöglichen dem Lokomotivführer bequemste und sicherste Hand-

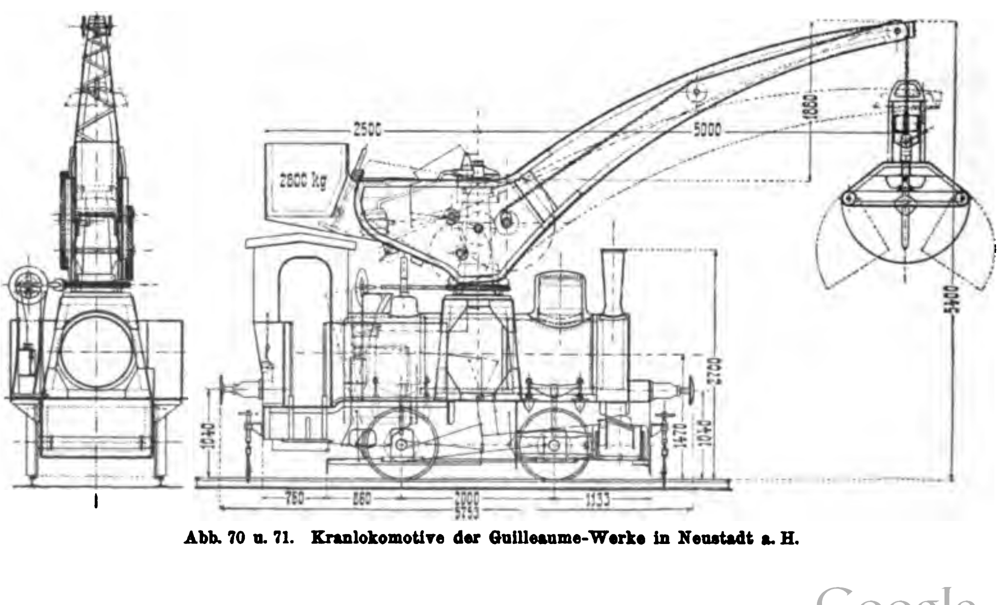


Abb. 70 u. 71. Kranlokomotive der Guilleaume-Werke in Neustadt a. H.

habung. — In den Abb. 70 und 71 [4] ist eine von den Guilleaume-Werken in Neustadt-Haardt gebaute Kranlokomotive veranschaulicht (Tragkraft 3 t, Ausladung 5 m, Fahrgeschwindigkeit 10 km/st, Zugkraft 2600 kg, Gesamtdienstgewicht 27 t). — Ueber elektrische Kranlokomotiven (Bauart Oerlikon) s. Dingl. Polyt. Journ. 1908, S. 33 ff.

5. Lokomotiven für Bauunternehmungen. Lokomotiven, die für die Verwendung bei Gelegenheit von Bauunternehmungen bestimmt sind, haben vor allem zwei Hauptbedingungen zu erfüllen: erstens soll ihre Handhabung eine sehr einfache sein, damit, wenn ein Berufslokomotivführer fehlt, ein intelligenter Arbeiter mit der Bedienung der Maschine betraut werden, die dazu nötigen Kenntnisse leicht erlernen und die im Führerhause vorhandenen Handgriffe schnell übersehen kann; zweitens soll die Lokomotive dauerhaft und sehr solid sein; sie muss äusserst kräftig gebaut sein, da kaum ein andrer Verwendungszweck so hohe Anforderungen stellt wie der in Rede stehende, der



Abb. 72. 50pferdige Borsig-Lokomotive für Trockenbaggerbetrieb (785 mm Spur, 9,5 t Dienstgewicht).

verlangt, dass die Maschinen bis zur äussersten Grenze ihrer Leistungsfähigkeit ausgenutzt werden. Dazu kommt noch, dass das für diese Maschinen zur Verfügung stehende Gleis meist nur für provisorischen Betrieb, also nicht mit der bei dem Bau von Verkehrsstrecken üblichen Sorgfalt gelegt worden ist.

Für diesen besonderen Zweck baut die Firma A. Borsig Lokomotiven, die den geschilderten Anforderungen in hohem Masse dadurch entsprechen, dass alle beweglichen und der Reibung unterworfenen Teile sehr starke Abmessungen erhalten. So kommt zum Beispiel für die Bandagen der Räder, die hier am meisten zu leiden haben, ganz besonders festes Material — bis zu 80 kg/qmm Zugfestigkeit — zur Verwendung.

Unter den in Frage kommenden Sonderarten der Lokomotive ist als einfachste Maschine die zweiachsige Tenderlokomotive anzusehen. Von ihr haben sich im Laufe der Zeit in Bauunternehmerkreisen verschiedene Typen ganz besonderer Art eingeführt, deren annähernd zutreffende Hauptabmessungen in Tafel 11 unter II, III, V, VI und VII angegeben sind.

So sind hierhergehörige 10pferdige Lokomotiven für 490 mm Spur und nur 4 t Dienstgewicht nach Lothringen geliefert. Eine andre, für Transportbahnen

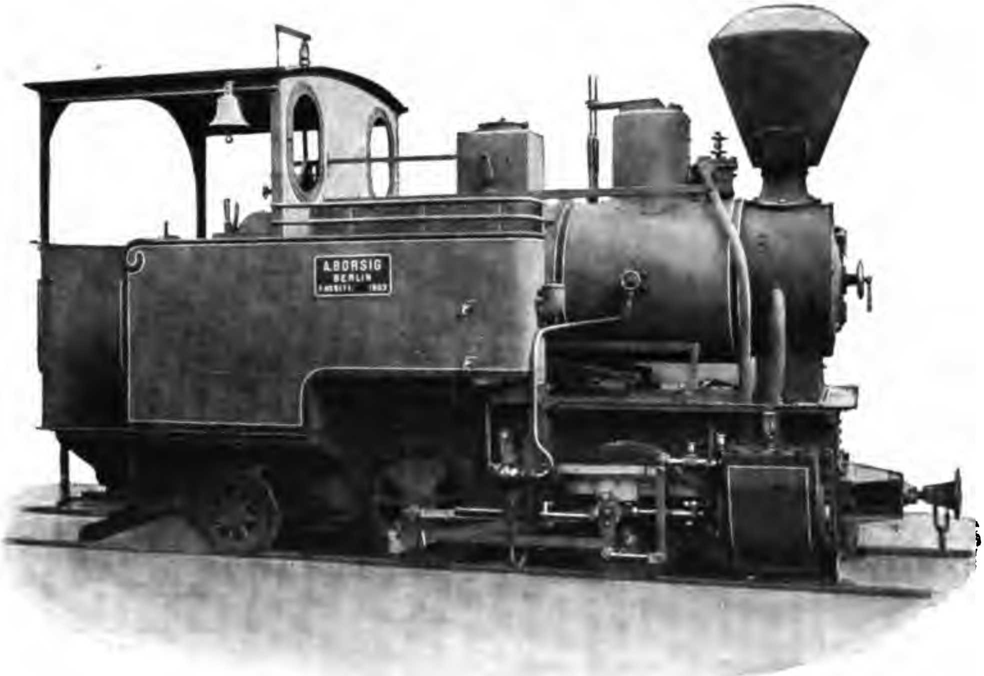
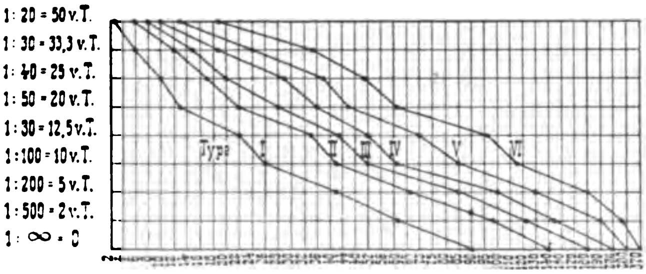


Abb. 73. 50pferdige Borsig-Lokomotive für Holzfeuerung (Holländisch-Indien) für 700 mm Spur mit radialer Laufachse.

bestimmte Maschine besitzt 20 PS. bei 600 mm Spurweite und 5,5 t Dienstgewicht. Für Deutschland, Russland und die Niederlande sind viele Lokomotiven dieser Art (Abb. 72) gebaut namentlich für Bahnbauten und Sandversetzungsanlagen; vgl. a. Bagger und Druckwasserförderer. Schwerere, 55- und 125pferdige Maschinen sind von Borsig namentlich für Bergwerksbetriebe (Spanien) und zur Beförderung starker Transportzüge bei Kanalbauten u. dergl., an Kohlenwerke, Tiefbaugesellschaften u. s. w. geliefert.

6. Lokomotiven für Wald-, Forst- und Plantagenbahnen. Die in Abb. 73 dargestellte Lokomotivtype findet mit Vorliebe Verwendung auf längeren Strecken mit leichtem Oberbau und kleinen Kurven, und wo es nicht möglich ist, unterwegs die Vorratsbehälter zu füllen, so dass verhältnismässig grosse Vorratsmengen an Wasser und Brennmaterial mitgeführt werden müssen. Die radial einstellbare Laufachse dient einmal zum Aufnehmen des Gewichtes dieser grösseren Vorratsmengen, während anderseits durch die Anordnung derselben die Lokomotive befähigt wird, bei grösseren Geschwindigkeiten ruhiger zu fahren, als dies bei zweiachsigen Lokomotiven der Fall ist, da der Gesamtradstand nahezu doppelt so gross wird als bei jenen, während durch die Lenkbarkeit der Laufachse das Passieren enger Kurven nicht behindert ist.



Tonnenzuggewicht ausser dem Eigengewicht.

Abb. 74. Schema der Zugleistungen der in Taf. 14 aufgeführten Lokomotiven bei verschiedenen Steigungen.

Die Feuerung kann sowohl mit Kohlen als mit Holz, Zuckerrohrabfällen u. dergl. erfolgen, vorausgesetzt, dass für die letztgenannten Feuerungsarten Kessel mit genügend grosser Heiz- und Rostfläche vorgesehen sind. Doppelte Funkenfänger dienen als Schutz gegen Funkenauswurf und eine mechanische Fahrpumpe als Ersatz und Sicherheit gegen das Versagen eines Injektors bei zu warmem Speisewasser (Tropengegenden).

Tafel 14 gibt die Hauptabmessungen einiger besonders gebräuchlichen Grössen dieser Bauart an und wird in Verbindung mit Abb. 74 in vielen Fällen die Wahl der erforderlichen Stärke erleichtern können.

Zahlentafel 14. Hauptabmessungen der gebräuchlichsten Tenderlokomotiven mit zwei gekuppelten und einer Lenkachse.

Nr.	I	II	III	IV	V	VI	
Pferdestärken . .	20	30	40	50	60	80	PS.
Zylinderdurchm. .	140	165	185	210	240	260	mm
Kolbenhub . . .	260	260	300	300	350	400	"
Treibraddurchm. .	600	600	650	650	750	800	"
Laufraddurchm. .	400	400	400	400	450	500	"
Dampfdruck . .	15 (14)	14 (12)	12	12	12	12	Atm.
Heizfläche . . .	8 (12)	12 (15)	15 (18)	18 (23)	23 (28)	28	qm
Rostfläche . . .	0,25 (0,30)	0,30 (0,35)	0,35 (0,43)	0,43 (0,50)	0,50 (0,55)	0,55	"
Raum für Wasser	750	900	1000	1200	1500	1800	l
Raum für Brennmaterial[1]) . .	300 (500)	400 (700)	450 (800)	500 (900)	600 (1000)	700	"
Radstand (gesamter)	1800	2000	2200	2300	2600	2800	mm
Leergewicht (rund)	5,3 (5,6)	6,25 (6,8)	7,0 (7,4)	8,0 (8,5)	10,0 (10,7)	12,0	t
Dienstgewicht "	6,8 (7,2)	8,0 (8,5)	8,8 (9,3)	10,2 (11,0)	13,0 (14,0)	15,5	"
Kleinster Krümmungshalbm. .	10	12	15	15	25	30	m
Grösste Geschwindigkeit . . .	20	20	25	25	30	35	km/st
Mittlere Zugkraft (50 %) . . .	637 (595)	825 (708)	948	1223	1613	2028	kg
Grösste Zugkraft (65 %) . . .	828 (774)	1073 (920)	1232	1588	2098	2636	"
Kleinste Spurweite	500 (600)	600	600 (700)	700	700 (750)	750	mm

7. Lokomotiven für Anschlussbahnen und Rangierzwecke. Die Anforderungen des Betriebes sind bei dieser Gattung von Lokomotiven so verschieden, dass eine allgemeine Besprechung kaum möglich erscheint. Die Kastenrahmen sowie die meist überaus einfache Ausführung aller Teile geben ihnen das Gepräge. Hinzu kommt, dass beide Fahrtrichtungen möglichst gleichwertig bei dem Entwurf dieser Maschinen behandelt sind. Abb. 75 ist anzusehen als Typus einer Lokomotive für leichten Rangierbetrieb auf ebenen Strecken, wie sie namentlich für Fabriken und Gasanstalten in grosser Zahl zur Ausführung gekommen sind. Für starken Rangierbetrieb und kürzere Anschlussbahnen, vornehmlich für Bergwerke und industrielle Unternehmungen, werden Maschinen von 100 PS. bevorzugt. Auf Anschlussbahnen mit starkem Güterverkehr und grossen Steigungen (beispielsweise auf vielen Kaliwerken) sind 150pferdige Maschinen sehr beliebt, während für starke Güter- und Kohlenzüge auf Kohlenwerken und Gewerkschaften gern $^3/_5$ gekuppelte, 350pferdige Lokomotiven mit 35—40 t Dienstgewicht verwendet werden.

8. Lokomotiven für Stadt-, Klein- und Nebenbahnen. Bei den für diese Bahnen bestimmten Tendermaschinen sind zur möglichsten Ausnutzung der Zugkraft alle Achsen gekuppelt, oder wenn die Lokomotiven zur Personenbeförderung auf längeren, mit starken Kurven behafteten Strecken dienen sollen, so ist eine ziemlich schwach belastete einstellbare Laufachse angeordnet. Zweiachsige Maschinen werden nur bei wenig tragfähigem Gleis gewählt; die meisten Kleinbahnen verwenden Lokomotiven mit drei gekuppelten Achsen. Ist auch diese Achszahl nicht genügend, so geht man über zu den im dritten Abschnitt behandelten gelenkigen Doppelverbundlokomotiven bezw. Lokomotiven mit Dampf-

[1]) Die eingeklammerten Werte beziehen sich nur auf Lokomotiven mit Holzfeuerung, während die übrigen Zahlen der Spalten I—V sowohl für Kohlenfeuerung als auch für Holzfeuerung gelten.

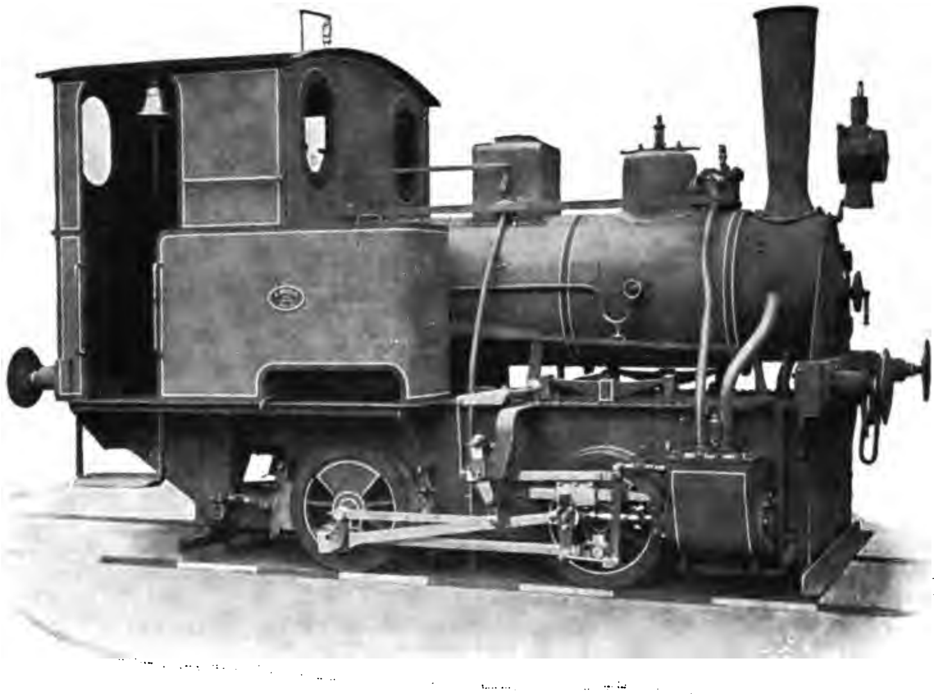


Abb. 75. 50pferdige normalspurige Borsig-Lokomotive für leichten Rangierbetrieb (11,2 t Dienstgewicht).

drehgestellen ($2 \times {}^2/_2$-, $2 \times {}^3/_3$- oder ${}^2/_2 + {}^2/_3$-gekuppelt u. s. w.), oder zu sogenannten Doppellokomotiven (Swakopmund—Windhoek zum Beispiel).

9. Feuerlose Lokomotiven [5]. Die allgemeinen Vorzüge der feuerlosen Lokomotiven (Abb. 76—78 und Tafel 15) bestehen in der grossen Sicherheit gegen die Entstehung eines Brandes durch Funkenauswurf, da keine Feuerungsanlage vorhanden ist; sie sind deshalb selbst in den feuergefährlichsten Betrieben und wegen der fortfallenden Rauch- und Russbelästigung auch innerhalb der



Abb. 76. Borsigsche „Feuerlose Lokomotive".

Werksräume und auf Strecken verwendbar, die durch Wald führen. Ihr Betrieb ist sehr wirtschaftlich; denn der in ortsfesten Kesselanlagen erzeugte Dampf ist unverhältnismässig wohlfeiler als der Dampf aus gewöhnlichen Dampflokomotivkesseln. Die Handhabung dieser Maschinen ist erstaunlich einfach, weil alle Apparate zur Bedienung des Kessels fehlen; infolgedessen ist nur ein Mann, der zudem ein einfacher Arbeiter sein kann, zur Bedienung erforderlich. Da kein Feuerherd vorhanden, so ist die Beanspruchung des Kessels sehr gering; Kesselsteinansatz braucht nicht entfernt zu werden, sondern dient noch mit als Wärmeschutzmittel. Der Kessel ist nach dem Losnehmen des Mannlochdeckels ohne weiteres befahrbar und in kürzester Zeit wieder verwendungsbereit, und die in Frage kommenden Behörden erteilen die Erlaubnis zur Inbetriebnahme feuerloser Lokomotiven nahezu in unbeschränktem Masse. Wird die Maschine zeitweise nicht gebraucht, so kann sie ohne Aufsicht stehengelassen werden und ist nach Ablauf selbst mehrerer Stunden wieder arbeitsbereit; daher ist diese Lokomotivgattung in hervorragendem Masse für unterbrochenen Betrieb geeignet. Das Füllen dauert etwa 10—15 Minuten; dann kann die Maschine wieder mehrere Stunden hindurch Rangierdienste verrichten, bevor eine neue Heizung nötig wird. Die Anfangsspannung, mit der die feuerlosen Lokomotiven arbeiten, schwankt zwischen 4 und 17 Atmosphären; sie sind dabei so eingerichtet, dass sie mit 1 Atmosphäre Ueberdruck den Betrieb noch aufrechterhalten und sich mit 0,4 Atmosphären Ueberdruck noch selbst bewegen können. Das Verwendungsgebiet der wiederholt auch für schmale Spurweiten ausgeführten sowie mit Kranen versehenen feuerlosen Lokomotiven sind insbesondere Steinkohlenbergwerke, Munitionsfabriken (Pulverschuppen u. s. w.), chemisch-industrielle Anlagen, Gasanstalten, Papierfabriken, Holzwerke u. dergl. mehr.

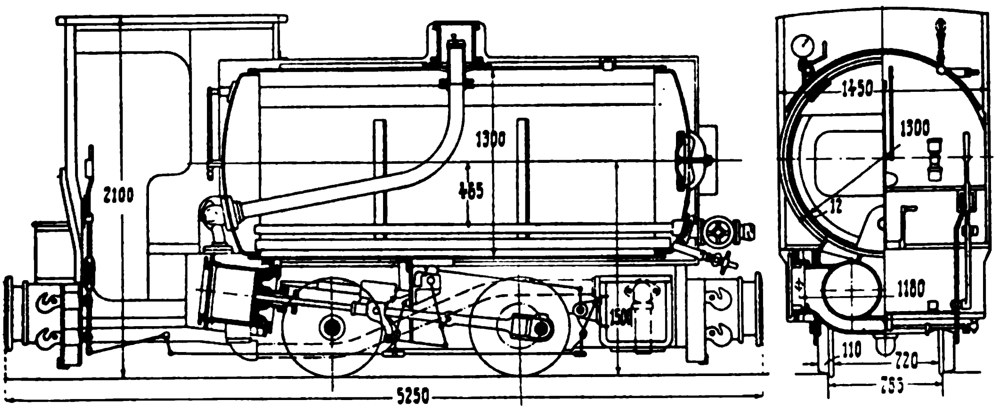


Abb. 77 u. 78. Längsschnitt und Querschnitt einer feuerlosen Lokomotive.

Zahlentafel 15. Hauptabmessungen einiger Borsigscher feuerlosen Lokomotiven.

Nr.	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	mindestens	mindestens	mindestens					
Spurweite	600	750	900	1435	1435	1435	1435	mm
Zylinderdurchmesser *d* .	185	360	420	360	420	420	450	„
Kolbenhub *s*	300	300	400	300	400	400	550	„
Raddurchmesser *D* . .	600	650	800	700	900	900	1000	„
Höchster Dampfdruck *p*	12	12	12	12	12	12	12	Atm.
Radstand	1250	1600	1700	1600	1700	2300	2500	mm
Inhalt des Behälters .	2,0	3,5	4,5	3,0	4,5	9,0	14,0	cbm
Leergewicht.	4,50	8,50	11,50	9,00	12,50	16,50	18,00	t
Dienstgewicht	6,50	11,50	15,00	11,50	16,00	23,50	28,00	„

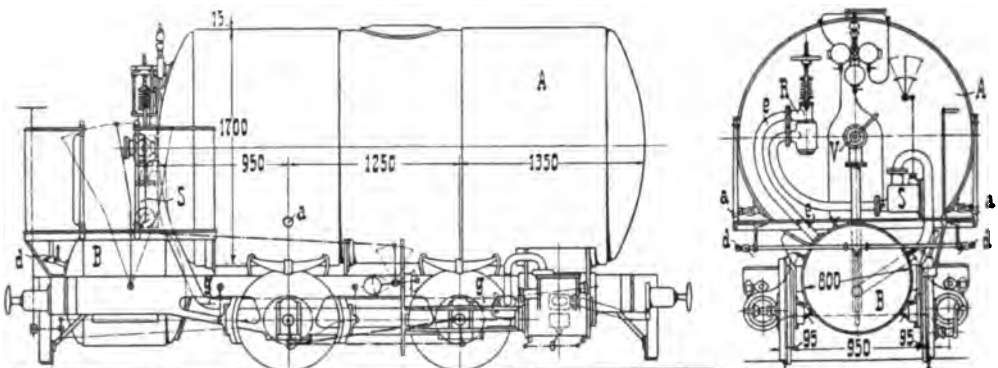
b) Druckluftlokomotiven [6].

Die Verwendung von Druckluft für Strassenbahnfahrzeuge, insbesondere in Paris, New York und Chicago, hat die Aufmerksamkeit der Fachkreise erregt, weil sie bewiesen hat, dass unter gewissen Bedingungen die Druckluft in erfolgreichen Wettbewerb mit andern Arten der Arbeitsübertragung treten kann [7].

Weniger bekannt und deshalb vielleicht um so beachtenswerter dürfte die Tatsache sein, dass auch für Betriebsmittel auf eignem Bahnkörper (Lokomotiven) gerade in neuester Zeit Druckluft in gesteigertem Masse zur Anwendung gekommen ist. Die Bauart der neueren Druckluftlokomotiven ist gegenüber den früher vereinzelt unter ähnlichen Verhältnissen angewendeten Betriebsmitteln bedeutend vervollkommnet.

Um einen unmittelbaren Vergleich zu ermöglichen, sei vor der Beschreibung einer neueren Konstruktion einer älteren Form gedacht, damit zugleich der Entwicklungsgang dieser Art von Betriebsmitteln vor Augen geführt sei. Ueber Drucklufterzeugungsanlagen vgl. [6] und [8].

Die Möglichkeit, das Triebwerk der Dampfmaschine fast unverändert für den Betrieb mit Druckluft zu verwenden, brachte es mit sich, dass die ältesten Druckluftfahrzeuge Lokomotiven waren, die sich wenig von Dampflokomotiven unterschieden. Man wählte derartige Betriebsmittel, um beim Tunnelbau die störende Entwicklung von Rauch zu vermeiden.



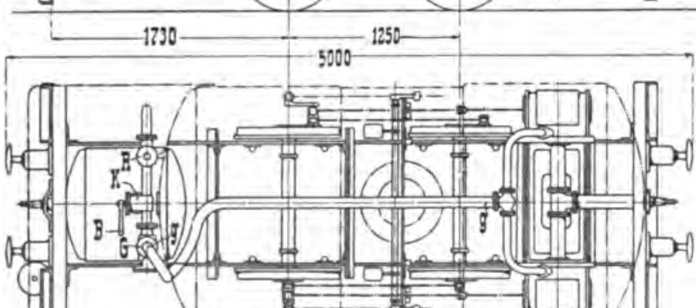


Abb. 79—81. Druckluftlokomotive der Gotthardbahn von Mekarski und Schneider & Co.

Eines der ältesten Fahrzeuge dieser Art war eine beim Bau der Gotthardbahn benutzte Lokomotive (Abb. 79—81 [8]). An Stelle des Kessels hatte diese Maschine den Luftbehälter *A*, der 7,6 cbm Druckluft von 12 Atmosphären Anfangsspannung durch die Füllstutzen *a* aufzunehmen vermochte. Der Druck war also nicht grösser, als er im allgemeinen heute bei Lokomotivkesseln ist, und man konnte mit den gebräuchlichen Blechstärken und Nietungen auskommen; man wählte 15 mm als Blechstärke für die Schüsse und 17 mm für die Deckel. Vom Behälter *A* gelangte die Luft, nachdem sie das Absperrventil *V* durchströmt hatte, von oben durch ein bis fast zum Boden reichendes Rohr in einen unter dem Führerstande liegenden, etwa 0,4 cbm fassenden Heisswasserbehälter *B*, der vor Beginn der Fahrt durch die Anschlussstutzen *d* gefüllt und in welchem die Luft auf etwa 120° erwärmt und mit Wasserdampf gesättigt wurde. Von *B* strömte die Pressluft durch das Rohr *e* in ein am Führerstande angebrachtes Druckminder-

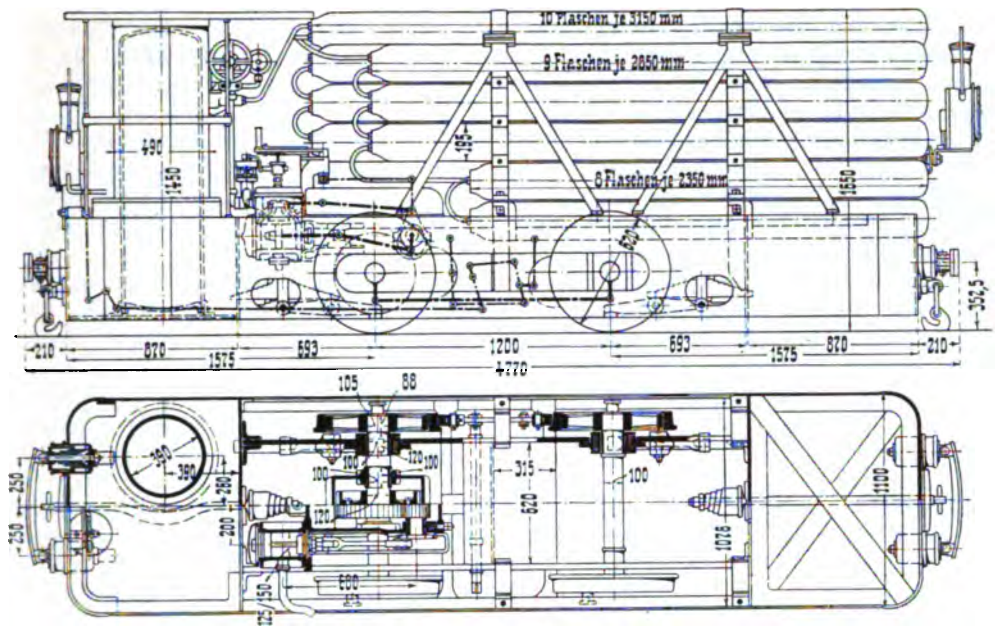
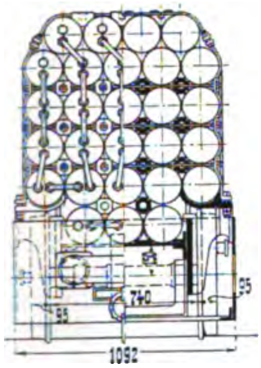
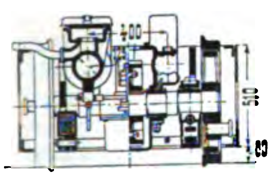


Abb. 82—85. **Druckluftlokomotive für den Bau des Simplontunnels (Schweizerische Lokomotivfabrik in Winterthur).**





ventil *R*, aus welchem sie mit einem mittleren Arbeitsdruck von 4 Atmosphären zu dem Schieber *S* und von dort durch das Rohr *g* nach den Zylindern gelangte.

Als Hauptzahlen dieser von Mekarski entworfenen, von Schneider & Co. in Le Creusot erbauten Lokomotiven seien noch angeführt:

Raddurchmesser	760 mm
Zylinderdurchmesser	204 „
Kolbenhub	360 „
Länge zwischen den Puffern . .	5000 „
Dienstgewicht	7,4 t.

Aehnliche Maschinen sind namentlich für Kohlenbergwerke seither in grosser Anzahl ausgeführt worden.

In neuerer Zeit ist z. B. beim Bau des Simplontunnels [10] Druckluft zum Betriebe von Lokomotiven benutzt. Je höher die verwendeten Pressungen gewählt wurden, um so kleiner wurden naturgemäss die Behälterdurchmesser.

Für die Bauart der in Abb. 82—85 dargestellten, von der Schweizerischen Lokomotivfabrik in Winterthur (Oberingenieur O. Kjedsberg) gebauten sechs Druckluftlokomotiven war ihre Bestimmung für den Stollenvortrieb massgebend. Die grösste Breite durfte unten 1200, oben 1000 mm, die grösste Höhe 1700 mm bei einer Spur von 800 mm betragen. In welcher Weise sich die Ausführung in diesen Grenzen gehalten hat, zeigen die Abbildungen. Die Behälter fassen insgesamt 2000 l Luft von 70 – 80 Atmosphären Anfangsdruck; der Probedruck belief sich auf 100 Atmosphären. Die untereinander vorn durch Kupferröhren verbundenen Flaschen haben aus leichtverständlichen Konstruktionsrücksichten verschiedene Längen erhalten und bilden 3 Batterien. In den stehend vor dem Führersitz angeordneten Erwärmer tritt die Luft unter vollem Behälterdruck ein; erst in ihm wird der Druck verringert. Wegen der ausserordentlich geringen Breite der Maschine ist das Triebwerk nach innen gelegt, so dass die Anordnung eines liegenden Erwärmers innerhalb des Hauptrahmens der Lokomotive ausgeschlossen war.

Das mit Füllventilen für Wasser (Dampf) und Luft zusammengebaute Druckminderventil vermindert den Behälterdruck auf 15 Atmosphären; es sei jedoch bemerkt, dass die Adhäsion der 6,2 t schweren Lokomotive noch bei 6—7 Atmosphären ausgenutzt wird.

Da die der grösseren Einfachheit wegen als Zwillingsmaschinen ausgebildeten Lokomotiven eine Geschwindigkeit von nur etwa 6 km/st erreichen, so ist ein Vorgelege mit einer Uebersetzung von 1 : 3,25 angeordnet. Eine vollständige kräftige Blechverschalung schützt die Lokomotive gegen die beim Tunnelbau unvermeidliche ziemlich grobe Behandlung.

Die Anordnung des Führersitzes, der vereinigten Spindel- und Wurfbremse, der Federn mit Schwinghebelanordnung, der Joy-Steuerung, der Ventile und Rohrleitungen u. s. w. sowie die Hauptabmessungen sind aus den Abbildungen ohne weitere Erläuterung zu entnehmen.

Pressluft und Dampf wurden im Innern des Tunnels aufgefüllt, beispielsweise auf der Nordseite auf dem bei Kilometer 4,4 angelegten etwa 400 m langen zweigleisigen, durch Azetylen beleuchteten Bahnhof, auf dem die Dampf- und Pressluftlokomotiven ausgewechselt und alle übrigen Verschiebearbeiten vorgenommen wurden. Die in dem Kraftwerk vor dem Tunneleingang in Brieg erzeugte Pressluft wurde durch eine Rohrleitung bis zur Füllstation auf dem Tunnelbahnhof geführt, während der Dampf in einem kleinen fahrbaren Kessel dortselbst entwickelt worden ist. Die Maschinen haben ausgezeichnet gearbeitet.

c) Motorlokomotiven.

(Nach einem Auszug aus einem Vortrag des Herrn Oberingenieur Kramer in Deutz)[1] [11].

Nachdem in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Frage der Massenbeförderung von Personen und Gütern mit grossen Geschwindigkeiten durch die Dampflokomotive glänzend gelöst worden war, stellte sich bald auch in zahlreichen Industriezweigen das Bedürfnis nach einer geeigneten Zugkraft für die Beförderung kleinerer Lasten mit kleineren Geschwindigkeiten, also nach Lokomotiven mit kleineren Kräften, ein. Es handelte sich um den Ersatz der Menschen- und Tierkraft für die Beförderung der Erzeugnisse in ländlichen Fabriken, wie Zuckerfabriken und Ziegeleien, auf Entfernungen von einigen Kilometern, für das Rangieren von Güterwagen im Innern von Fabriken und auf Anschlussgleisen; vor allem aber fehlte es in der Bergindustrie an einem vorteilhaften Ersatz für den lästigen Pferdebetrieb.

Die Dampflokomotive kam für diese Zwecke weniger in Frage, teils weil sie beim Rangierdienst, also bei meistens nur zeitweiliger Beanspruchung, stets betriebsbereit sein, der Kessel also auch während der längeren Betriebspausen unter Druck gehalten werden muss, teils insbesondere im Bergwerksbetrieb — weil sie durch Rauchentwicklung die Luft verschlechtert und durch Funkenauswurf eine ständige Feuersgefahr mit sich bringt. In Schlagwettergruben ist sie wegen des offenen Kesselfeuers vollständig ausgeschlossen.

Hier ist nun (neben der feuerlosen Lokomotive [s. d.]) die Verbrennungskraftmaschine, insbesondere die mit flüssigen Brennstoffen arbeitende Benzin- und Spiritusmaschine, eingesprungen, die sich ja schon als ortfeste Betriebskraft für die in Betracht kommenden Kraftgrössen von etwa 6—30 PS. in der Kleinindustrie eingebürgert hatte. In der Tat erschien die Benzinlokomotive wegen der Einfachheit ihrer Bedienung, ihrer sofortigen Betriebsbereitschaft und ihrer Gefahrlosigkeit hervorragend geeignet nicht nur für die verschiedensten Beförderungszwecke über Tage, sondern auch für den Grubenbetrieb.

Zu ihrer ersten Erprobung bot sich Gelegenheit, als im Jahr 1896 der ehemalige Direktor der Giessener Braunsteinwerke, Herr Pascoe, die Gasmotorenfabrik Deutz aufforderte, den Entwurf einer Grubenlokomotive mit vorgeschrie-

---

[1]) Insbesondere haben sich mit dem Bau derartiger Maschinen auch befasst die Motorenfabrik Oberursel, A.-G., bei Frankfurt a. M., und Swiderski in Leipzig.

benen, nicht zu überschreitenden Hauptabmessungen auszuarbeiten. Die nach diesem Entwurf ausgeführte Lokomotive erhielt einen 6pferdigen Motor und war dazu bestimmt, 20 t Zuglast mit 5 km/st oder 1,4 m/sk auf wagerechter Strecke zu befördern. Die Maschine erwies sich als zuverlässig, wenn sie auch mit Rücksicht auf die gerade durch den Grubenbetrieb bedingten Erfordernisse noch verbesserungsfähig war.

Die heutige Lokomotive weist daher ganz wesentliche Veränderungen auf, insbesondere durch Einführung der Kondensation der Ausströmgase, Vermeidung der Bildung elektrischer Funken ausserhalb des Motors, Zentralschmierung, Spülung der Schienen u. s. w.

Dank der Bereitwilligkeit, womit Betriebsbeamte der sich für diese Maschine interessierenden Zechen ihre Erfahrungen in den Dienst der Sache gestellt und dadurch wesentlich zur heutigen Vervollkommnung der Lokomotive beigetragen haben, ist es gelungen, eine Maschine zu bauen, die den Vorschriften der Bergbehörde in jeder Hinsicht entspricht und den Wünschen der Betriebsverwaltung Rechnung trägt. Letzteres war nicht ganz leicht; denn wenn auch die Leistungsfähigkeit genügte, so boten die Ansprüche in bezug auf die Hauptabmessungen, insbesondere die Breite der Lokomotive einige Schwierigkeiten. Einerseits soll die Maschine möglichst kräftig, anderseits aber auch recht schmal und niedrig sein. Bei Verwendung sogenannter Schnellläufermotoren, wie sie im Automobilbau üblich sind, kann zwar beiden Bedingungen gleichzeitig entsprochen werden; doch verlangt der Betrieb unter Tage völlige Zuverlässigkeit, und mit Rücksicht darauf ist dem langsam gehenden Motor der Vorzug zu geben. Auch der Umstand, dass eine solche Maschine eine längere Lebensdauer haben muss, als sie den meist nur zeitweise betriebenen, grösstenteils dem Sport oder Luxus dienenden Automobilen beschieden ist, schreibt eine kräftigere Bauart mit nicht zu empfindlichen Steuerteilen vor. Mit Rücksicht auf den beschränkten Querschnitt der Förderstrecken wird ein Betriebsmotor liegender Bauart verwendet, der auch den Schwerpunkt des Fahrzeuges möglichst nach unten zu verlegen gestattet: ein nicht zu unterschätzender Vorteil bei den öfter zu durchfahrenden scharfen Kurven bis herunter zu 5 m Halbmesser.

In der Hauptsache setzt sich die Lokomotive aus dem Motor, dem Wagengestell und dem beide verbindenden Triebwerk zusammen.

Der Motor wird mit einem, zwei und auch vier Zylindern, entsprechend der gewünschten Leistungsfähigkeit, ausgeführt und macht bei der grössten Fahrgeschwindigkeit nicht mehr als 300 Umläufe. Er ist so eingerichtet, dass er mit allen in Betracht kommenden flüssigen Brennstoffen betrieben werden kann, und zwar ohne dass beim Ingangsetzen oder während des Betriebes durch eine äussere Flamme geheizt werden müsste. Die Ladung wird in der Weise gebildet, dass die in den Motor gesaugte Luft an einem Zerstäuber vorbeistreicht, der aus einer kleinen, mit Oeffnungen versehenen Brause besteht, welcher der Brennstoff aus einem Schwimmgefäss unter stets gleich bleibendem Druck zufliesst. Die Luft reisst durch Saugwirkung eine gewisse Menge des flüssigen Brennstoffes mit sich und zerstäubt ihn. Bei den schwerflüchtigen Brennstoffen (Petroleum, Spiritus, Ergin) ist eine Einrichtung vorgesehen, um die kalte Maschine mit leichter flüchtigen Brennstoffen, insbesondere mit Benzin, in Gang zu setzen. Zur Erzielung grösserer Betriebssicherheit sind selbsttätige Organe, die nur durch die Erniedrigung des Druckes der einströmenden Luft betätigt werden, vollständig vermieden; alle Ventile werden zwangläufig gesteuert. Ein Schwungkugelregler beeinflusst die Menge der angesaugten Ladung unter möglichster Beibehaltung des Mischungsverhältnisses, wodurch der Brennstoff auch bei geringen Belastungen günstig ausgenutzt wird. Um bei Leerlauf des Motors die Abnutzung und den Brennstoffverbrauch sowie während des Betriebes die Fahrgeschwindigkeit nach Bedarf zu vermindern, kann man das Gewicht des Regulators mittels eines Handgriffes vom Führerstand aus entlasten und dadurch die Umlaufzahl des Motors ermässigen. Die Zündung erfolgt durch Unterbrechung eines von einer elektromagnetischen Zündvorrichtung hervorgebrachten Stromes im Innern des Zylinders. Für die Ausführung des Wagengestelles sind

die Spurweite und die Abmessungen der zu ziehenden Wagen massgebend. Der Bauart nach werden Gruben- und Feldbahn-, Strassenbahn- und Rangierlokomotiven unterschieden. Die Konstruktion des Triebwerkes hängt von der grössten Fördergeschwindigkeit und von der Grösse der zu befahrenden Steigungen ab. Bei Grubenlokomotiven erhält das Triebwerk meist nur eine Uebersetzung für eine grösste Fahrgeschwindigkeit von 6—7 km/st. Bei Feldbahnlokomotiven, die meist Steigungen zu befahren haben, sind mindestens zwei Uebersetzungen erforderlich; bei Strassen- und Lokalbahnlokomotiven, die auf jeder Steigung mit möglichst grosser Geschwindigkeit und auf der Wagerechten mit Geschwindigkeiten bis zu 30 km verkehren sollen, werden zweckmässig bis zu vier Ueber-

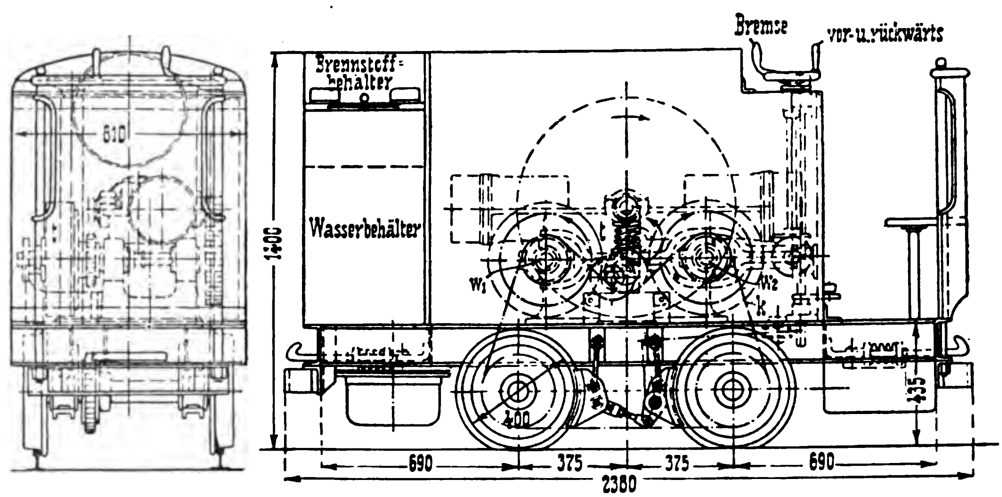


Abb. 86 u. 87. Deutzer Grubenlokomotive mit nur einer Uebersetzung und seitlich vom Motor angeordnetem Triebwerk.

setzungen in das Triebwerk eingebaut. Eine Grubenlokomotive mit nur einer Uebersetzung stellen Abb. 86 und 87 dar. Dabei ist das Triebwerk *t* seitlich vom Motor angeordnet, und die durch eine Spannrolle stets angespannte Kette *k* läuft über zwei lose auf den Wellen w_1 und w_2 sitzende Antriebkettenräder, die sich in verschiedener Richtung drehen. Durch Kupplung des einen oder andern Kettenrades mit seiner Welle wird der Wagen von der einen oder andern Welle, also vorwärts oder rückwärts, angetrieben.

Bei dieser Bauart wird die Maschine wohl kurz, aber für den Betrieb unter Tage bei Verwendung eines langsam gehenden Motors für viele Stollenprofile immer noch zu breit. Um eine schmälere, wenn auch etwas längere Maschine zu erhalten, muss man das Triebwerk vor den Motor lagern, wie dies bei der in letzter Zeit allgemein zur Verwendung gelangenden Lokomotive

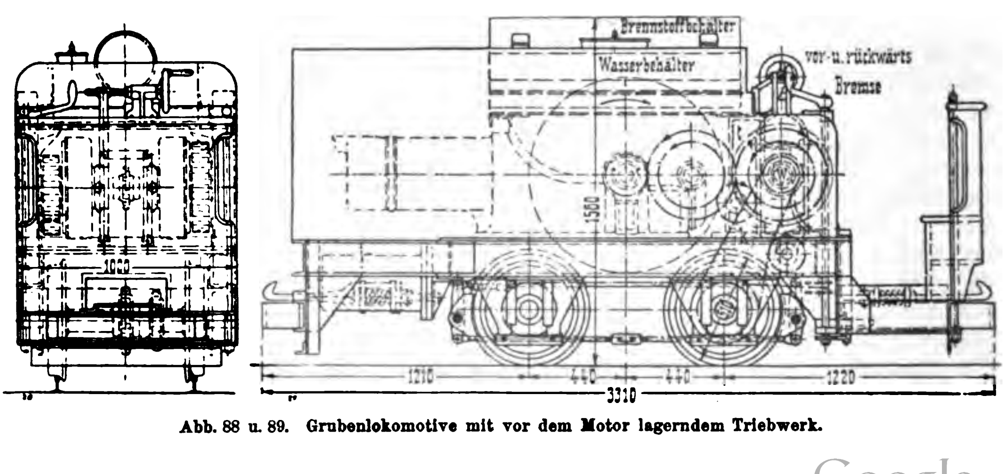


Abb. 88 u. 89. Grubenlokomotive mit vor dem Motor lagerndem Triebwerk.

(Abb. 88 und 89) der Fall ist. Hier wird die Kraft durch eine Gallsche Kette von einer in beiden Drehrichtungen anzutreibenden Welle w auf die untereinander ebenfalls mit Kette gekuppelten Laufachsen übertragen.

In beiden Fällen dient zur Ingangsetzung und Umsteuerung ein mit Spindel und Mutter in Verbindung stehendes Handrad, mit dem die eine oder andre für den Vor- oder Rückwärtsgang bestimmte Reibkupplung eingerückt wird.

Gruben- und Feldbahnlokomotiven werden von der Gasmotorenfabrik Deutz heute in Grössen von 6—30 PS. ausgeführt, während Strassenbahn- oder Verschiebelokomotiven bis zu 60 PS. gebaut werden. Der Motor arbeitet mit Verdampfungskühlung. Das verdampfte und zur Kondensation der Abgase verwendete Wasser muss von Zeit zu Zeit, am besten nach jedesmaligem Eintreffen am Schacht, vorausgesetzt, dass die Förderstrecke nicht zu kurz (etwa nicht unter 800—1000 m lang) ist, ersetzt werden. Es handelt sich dabei nur um eine geringe, von der Grösse der Maschine und der Länge der Förderstrecke abhängende Menge, etwa 5—10 l, bei einer Streckenlänge von rund 1000 m. Durch die Kondensation der Abgase wird erreicht, dass dieselben den Motor fast ganz geruchlos verlassen und sich sofort niederschlagen, so dass einer belästigenden Verschlechterung der Grubenwetter vorgebeugt ist.

Der in einem luftdicht abgeschlossenen Behälter mitgeführte Brennstoffvorrat reicht im allgemeinen für einen wenigstens 16stündigen ununterbrochenen Betrieb aus. Ferner sind die Lokomotiven mit einer kräftigen und schnellwirkenden Bremse sowie mit einer Sandstreuvorrichtung und Signalglocke ausgerüstet.

Zur Beleuchtung der Strecke und der Steuerteile dienen eine grössere und eine kleinere Laterne. Sämtliche Steuer- und Regulierorgane sind vom Führerstand aus leicht zu bedienen. Motor und Triebwerk sind zum Schutz gegen Staub und Feuchtigkeit mit einem kräftigen, möglichst dicht abschliessenden Blechmantel umgeben, der, um Motor- und Triebwerkteile leichter zugänglich zu machen, mit gut abschliessenden Türen versehen ist. Ebenso dient ein unterhalb des Rahmens hängender Blechkasten zum Schutze der Gallschen Kette, die durch das von Motor und Triebwerk ablaufende und sich in diesem Kasten ansammelnde Oel beständig geschmiert wird.

Die Betriebskosten der Förderung mit diesen Lokomotiven setzen sich zusammen aus der Abschreibung und der Verzinsung des Anlagekapitals, der Instandhaltung der Maschine, der Bedienung, den Auslagen für Oel, Putzwolle und den Brennstoffkosten und betragen je nach der Grösse der Lokomotive, der Länge der Förderstrecke und der Ausnutzung der Maschine zwischen 3 bis 7 ₰ für den geförderten Nutztonnenkilometer.

Als Brennstoffe verwendet man statt des teuern Benzins gewöhnlich das in den Teerfabriken aus Steinkohle gewonnene Benzol, auch Mischungen von Ergin und Spiritus, während Ergin allein weniger geeignet und Spiritus allein zu teuer ist.

Von den ersten 500 Lokomotiven, welche die Gasmotorenfabrik Deutz in Auftrag erhalten hat, sind mehr als 400 Maschinen in Bergwerksbetrieben zur Verwendung gelangt.

d) Leichte elektrische Lokomotiven [12].

Unter den vielfachen Anwendungen der elektrischen Kraftübertragung nehmen die elektrischen Bahnen eine hervorragende Stelle ein. Ihre starke Ausbreitung und die Gründe für diese kräftige Entwicklung sind zu bekannt, als dass hier näher darauf eingegangen werden müsste. Die gleichen Vorzüge des elektrischen Zugbetriebes, die den Strassenbahnen zu so grosser Ausdehnung verholfen haben, sind nun auch massgebend für die immer mehr zutage tretende Bevorzugung elektrischer Transportbahnen in gewissen Fabrikbetrieben und ganz besonders im Berg- und Hüttenwesen. Hier tritt hauptsächlich die Leichtigkeit, mit der sich der elektrische Antrieb den verschiedensten örtlichen Ver-

hältnissen anpassen lässt, in den Vordergrund und schafft zusammen mit der bequemen Energiezuführung und Regelung in der elektrischen Lokomotive ein Hilfsmittel für den Transport von Gut jeglicher Art, wie es einfacher und billiger für bestimmte Verhältnisse kaum gedacht werden kann. Im besonderen werden die Selbstentlader (s. unten) bei Hütten- und Grubenbetrieben in „elektrisch" gezogenen Zügen befördert; dabei werden die Lokomotiven in verschiedener Weise gebaut, je nachdem der Betrieb über und unter Tag oder nur über bezw. unter Tag vor sich geht.



Abb. 90. 225 pferdige Siemens-Schuckert-Lokomotive (Rombacher Hütte) mit Selbstentladerzug.

Während Abb. 90 derartige Zugförderungen auf der Rombacher Hütte zeigt mit 1000-mm-spurigen Siemens-Schuckert-Tageslokomotiven (750 Volt, 225 PS.), veranschaulicht Abb. 91 eine 500-mm-spurige elektrische 500-Volt-Lokomotive, die von den Felten & Guilleaume-Lahmeyer-Werken in Frankfurt a. M. gemeinsam mit der Maschinenbau-Gesellschaft Heilbronn für die in der Eifel gelegene Grube „Wohlfahrt" der Continental Diamond Rock Boring-Co. Ltd. in London geliefert wurde. Die 4,5 t schwere Maschine besitzt zwei Gleichstrommotoren von je 7 PS. und schleppt eine Zuglast von 30 beladenen Wagen (27 t) auf einer Steigung von 1,2 ‰ mit einer sekundlichen Geschwindig-

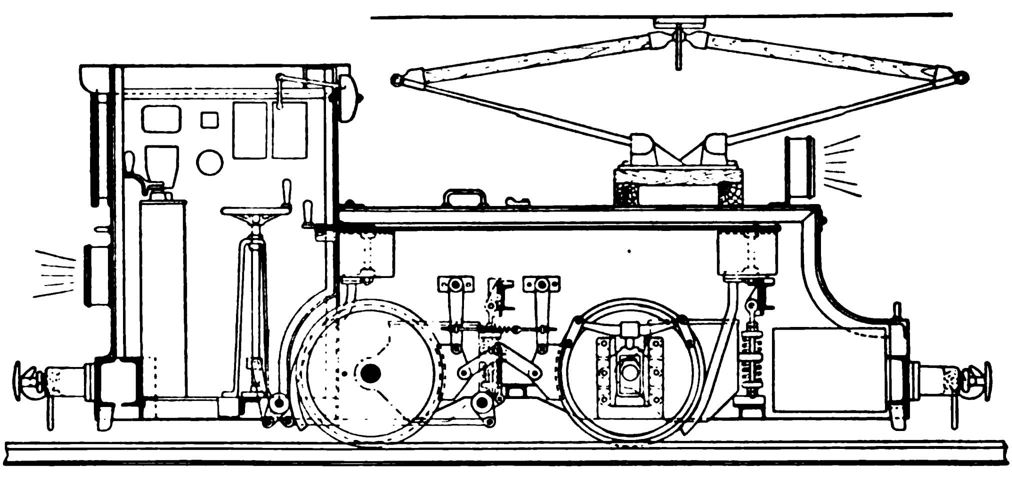


Abb. 91. Gleichstromlokomotive der Felten & Guilleaume-Lahmeyer-Werke zum Betrieb über und unter Tag.

keit von 2,5 m. Da die Lokomotive sowohl im Stollen als auch über Tag fährt, schwankt die Fahrdrahthöhe zwischen 1,8 und 3 m. — In Abb. 92 ist eine von

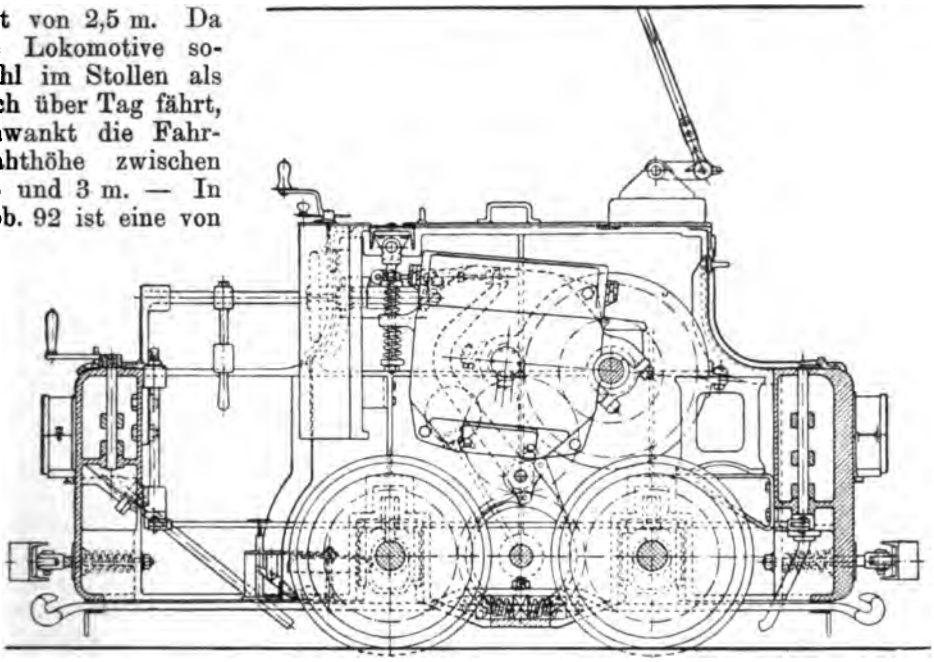


Abb. 92. Grubenlokomotive von Lahmeyer (Längsschnitt).

derselben Firma mehrfach für die Steinkohlengewerkschaft „Charlotte“ in Czernitz ausgeführte Grubenlokomotive veranschaulicht. Diese Lokomotiven sind für eine Spurweite von nur 420 mm und für eine mittlere Zugkraft am Haken von 180 kg gebaut und imstande, eine Bruttolast von 15 (höchstens 21) beladenen Kohlenwagen (gleich einem Gewicht von 16 bezw. 21 t) bei einer sekundlichen Geschwindigkeit von 3 m zu ziehen. Der kleinste Radius auf der Strecke beträgt 8 m, die grösste Steigung 6 ‰. Das Gehäuse der Lokomotive besteht aus Gusseisen und besitzt eine Höhe von rund 1130 mm bis zur Abdeckplatte und eine Gesamtlänge (über den Puffern gemessen) von 2435 mm.

Das Gesamtgewicht beträgt etwa 3 t, der Radstand 702 mm. Betrieben wird die Lokomotive von einem Gleichstrommotor für 9 PS. bei 650 Umläufen in der Minute und 350 Volt; derselbe arbeitet mit Vorgelege und Zwischenvorgelege auf beide Laufradachsen. Die Aufhängung des Motors ist besonders kräftig gehalten, um starken Stössen Widerstand leisten zu können. Die Lager des Motors sind reichlich bemessen und mit ausgiebiger Schmierung versehen, deren Anordnung ein Eindringen von Fett und Oel in den Motor selbst ausschliesst. Der ganze Motor ist von einem staub- und wasserdichten Gehäuse umschlossen, das gleichzeitig einen wirksamen Schutz gegen mechanische Beschädigungen bietet.

Der Führersitz ist an dem einen Ende der Lokomotive seitlich derart angeordnet, dass Bremser und Kontrollerkurbel bequem bedient werden können. Die Bremse ist als Differentialbremse mit Bronzebelag ausgeführt und wirkt auf die letzte Zwischenvorgelegewelle. Die Kontroller bestehen aus einer Anlasswalze mit magnetischer Funkenlöschung und einer Umschaltewalze zur Umkehrung der Drehrichtung des Motors. Beide Walzen sind derart gegeneinander gesperrt, dass ein Umschalten nur in der Nullstellung möglich ist.

Die Fahrdrahthöhe beträgt 1700 mm. Durch selbsttätig umlegbare Bügelstromabnehmer, die für die geringe Fahrdrahthöhe besonders gebaut sind, wird der Betriebsstrom den Leitungen entnommen.

Meines Wissens neu ist in der von A. Koppel, A.-G., in Berlin, gebauten Nutzlastlokomotive für Massengüter eine Vereinigung von Selbstentladern und Selbstfahrern (Abb. 93 und 94). Sie dient auf der Bahn Heidelberg—Wiesloch zum Kalksteintransport; über ihre Betriebsergebnisse sei folgendes mitgeteilt [13]: Bei einer Beförderung von 70156,64 t Nutzlast mit

22600 Zug-km im Jahre 1904 betrug der Gesamtverbrauch 25312 KW-st; die Kilowattstunde kostet dort 12 ₰, das macht für die ganze Jahresbeförderung 3037,44 ℳ oder 4,35 ₰/t bezw. für das Tonnenkilometer 0,87 ₰.

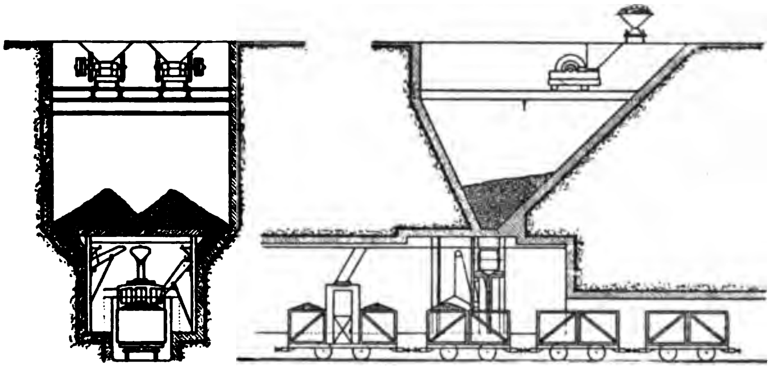


Abb. 93 u. 94. Koppelsche Nutzlastlokomotive für Massengüter.

Zum Schluss seien noch unter Hinweis auf die bei **Hochbahnkranen** (s. d., Abb. 375) [14] verwendeten (z. B. **Benrather**) elektrischen Lokomotiven die von dieser Firma (in einer eignen Abteilung) gebauten, hierhergehörigen Rangierlokomotiven und Grubenlokomotiven in Form zweier sehr bemerkenswerten Zahlentafeln (16 und 17) wiedergegeben.

Zahlentafeln 16 und 17. Elektrische Lokomotiven der Benrather Maschinenfabrik-Aktiengesellschaft.

I. Rangierlokomotiven.

Nr.	Kleinste Spurweite mm	Zahl der Motoren bezw. Achsen	Leistung der Maschine: in PS_e	Leistung der Maschine: Zugkraft am Haken (rund) kg	Leistung der Maschine: Fahrgesch., vollbeladen (rund) km/st	Leistung der Maschine: Bruttotonnengewicht auf ebener Strecke (rund) t	Abmessungen der Maschine: Kleinster Radstand mm	Abmessungen der Maschine: Grösste Länge, einschliesslich Puffer (rund) mm	Abmessungen der Maschine: Grösst. Breite, einschliessl. Tritte u. s. w. (rund) mm	Abmessungen der Maschine: Bauhöhe, ausschl. Stromabnehmer (rund) mm	Betriebsgewicht einschl. der elektr. Ausrüst. (rund) kg
I	1000	2	30	600	10÷12	60÷ 70	1800	4500	2000	2750	7 000
II	1000	2	45	1000	10÷12	100÷120	1800	4500	2000	2750	9 000
III	1435	2	60	1200	12÷13	120÷150	2000	4700	2300	3000	12 000
IV	1435	2	75	1200	15÷16	120÷150	2000	4700	2300	3000	12 500
V	1435	2	90	1500	15÷16	150÷180	2000	4700	2300	3000	13 500
VI	1435	2	110	1750	15÷16	175÷210	2000	4700	2500	3200	15 000
VII	1435	2	150	2000	16÷18	200÷240	2200	4900	2500	3200	17 000
VIII	1435	2	200	2000	20÷24	200÷240	2200	4900	2500	3300	19 000
IX	1435	2	400	3000	30	300÷350	2500	5000	2750	3400	25 000

II. Grubenlokomotiven.

Nr.	Kleinste Spurweite mm	Zahl der Motoren bezw. Achsen	in PS_e	Zugkraft kg	Fahrgesch. km/st	Bruttotonnengewicht t	Kleinster Radstand mm	Grösste Länge mm	Grösst. Breite mm	Bauhöhe mm	Betriebsgewicht kg
I	425	1	10	250	8	20÷ 25	700	2500	1000	1250[1]	2 500
II	425	1	15	250	12	20÷ 25	700	2500	1000	1250[1]	3 000
III	600	2	25	600	9	50÷ 60	1000	4000	1250	1500	6 000
IV	600	2	25	1200	4,5	100÷120	1000	4000	1250	1500	9 000
V	700	2	30	1200	6	100÷120	1000	4000	1250	1500	12 000
VI	700	2	45	1500	7	120÷150	1200	4000	1250	1500	14 000
VII	700	2	60	2000	7	150÷200	1200	4500	1500	1500	16 000
VIII	700	2	75	2000	9	150÷200	1200	4500	1800	1500	18 000
IX	700	2	90	2500	9	200÷250	1500	5000	1800	1600	20 000
X	1000	2	110	2500	11	200÷250	1500	5000	2000	1600	22 000
XI	1000	2	150	3000	12	250÷300	1850	5300	2000	1800	25 000

Literatur: [1] **Redtenbacher**, Gesetze des Lokomotivbaues, Mannheim 1855; **Weber**, Schule des Eisenbahnwesens, Leipzig 1873; **Heusinger v. Waldegg**, Handbuch der speziellen Eisenbahntechnik, Bd. 3, 2. Aufl., Leipzig 1882; **Weissbach**, Die Maschine der Ortsveränderung, Braunschweig 1880; **Meyer, G.**, Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaues, Bd. 1, Berlin 1883 (s. a. Bd. 4); **Svoboda**, Praktische Berechnung der Leistungsfähigkeit von Lokomotiven, Wien 1887; **Frank**, Die Widerstände der Lokomotiven und Bahnzüge, Wiesbaden 1886; **Büte** und

[1]) Ohne Schutzdach.

v. Borries, Die nordamerikanischen Eisenbahnen, Wiesbaden 1892; Brosius und Koch, Die Schule des Lokomotivführers; v. Borries, Brückmann u. a., Die Lokomotiven (Eisenbahntechnik der Gegenwart); Buhle, Das Eisenbahn- und Verkehrswesen auf der Industrie- und Gewerbeausstellung in Düsseldorf 1902, Berlin 1903; Ders. (gemeinsam mit W. Pfitzner) über dasselbe Thema bezüglich St. Louis 1904, Berlin 1905; Ders. Meyers Konversationslexikon, Lokomotive, Leipzig 1905; Troske, Allgemeine Eisenbahnkunde, Leipzig 1907, vgl. auch die Aufsätze in der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. über die Stadtbahnen in London und Paris; Garbe, Die Dampflokomotiven der Gegenwart, Berlin 1907, u. s. w.; ferner die Aufsätze von Frank, v. Borries, Salomon, Lochner, Leitzmann, Brückmann, Leißner, Garbe, Buhle, Obergethmann, Metzeltin, Stockert, Gudbrod (Amerika), Richter und vielen andern in der Zeitschr. d. Ver. d. Ing., Glasers Annalen, Organ, Dingl. Polyt. Journ. u. s. w., Metzeltins Abschnitt über Eisenbahnbetriebsmittel in der „Hütte“; Meyer, Kalender für Eisenbahntechniker; Zeitschriftenschau der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.; Demoulin, Traité pratique de la machine locomotive, Paris 1897; Guedon, Les locomotives nouvelles, Paris 1898; Modern locomotives, New York 1898; Kosak, Katechismus der Einrichtung und des Betriebs der Lokomotiven, 7. Aufl., Wien 1900; ferner Luegers Lexikon der gesamten Technik, 2. Aufl., Bd. 6; Rölls Enzyklopädie des gesamten Eisenbahnwesens u. s. w. — [2] Buhle, T. H., III, S. 27 ff. (Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 745 ff.). — [3] Ders., T. H., III, S. 4 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 523) und S. 31 (Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 578 ff.); ferner Doeppner, Eisenbahntechnische Zeitschr., 11. Jahrg., Nr. 12 (s. ebend. auch schmalspurige Kranlokomotive); vgl. auch [4] und [5]. — [4] Martens, A., Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 577 ff. — [5] Buhle, Düsseldorfer Ausstellungsbericht (s. [1]) S. 16 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 1736 ff.) (Hohenzollern Aktiengesellschaft Düsseldorf); ferner Doeppner, Verkehrstechnische Woche 1907, Nr. 25 (einschliesslich feuerlose Kranlokomotive). — [6] Buhle, T. H., II, S. 27 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 589 ff.). — [7] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 297 f.; Glasers Annalen 1899, I, S. 82; Organ 1901, S. 264; The Engineer 1901, Bd. 91, S. 614 f., S. 387 und 414 f.; Deutsche Bauztg. 1902 Nr. 32 f.: Ueber Verwendung von Druckluftbetriebsmaschinen bei Kleinbahnen und städtischen Strassenbahnen von M. Buhle und G. Schimpff. — [8] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1889—93 (ältere Anlagen in Paris u. s. w.). — [9] Rapports du conseil fédéral Suisse aux gouvernements des Etats u. s. w., Zürich 1877. — [10] Möller, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1729 ff., Schweizerische Bauztg. 1902, S. 152 ff.; vgl. auch Buhle, T. H., II, S. 55 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 862), ferner Pressel, Glasers Annalen 1907, I, S. 193 ff. — [11] „Kohle und Erz“ 1907, S. 823 ff.; vgl. auch Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1878, sowie Berg- und Hüttenmännische Rundschau, Kattowitz 1907, S. 319 und 362 ff. — [12] Buhle, T. H., III, S. 214 ff., s. auch Elektr. Kraftbetriebe und Bahnen 1907, S. 406, sowie Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1485; ferner Soeder, Elektr. Lokomotiven (der Allgem. Elektr.-Gesellsch., Berlin) im Berg- und Hüttenwesen, „Kohle und Erz“ 1907, S. 1123 ff. — [13] Buhle, T. H., III., S. 245 („Stahl und Eisen“ 1906, S. 647), sowie Elektr. Bahnen und Betriebe 1905, S. 669 ff. — [14] T. H., III, S. 260 („Stahl und Eisen“ 1906, S. 720). — Vgl. ferner die Elektrotechn. Zeitschr., Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., Glasers Annalen, Organ, Zeitschr. für Kleinbahnen, Verkehrstechnische Woche, u. s. w.

λ) **Wagen.** Für die bisher aufgeführten Bahnen kommen meist folgende Wagen in Betracht:

a) **Kippwagen** von 0,5—5 cbm Fassung und 500—750 mm Spurweiten (vgl. Kipper und Wipper). Mit abnehmbaren Gefässen sind sie für Kranentladungen sehr geeignet [1]. Für grössere Ladungen (15 bezw. 80 t) s. [2].

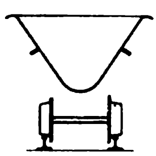


Abb. 95. Muldenkipper (vgl. Abb. 221).

1. Seitenkipper (s. Abb. 95 und die folgende Zahlentafel).

Zahlentafel 18. Eiserne Muldenkipper von A. Koppel, A.-G., Berlin.

Spur	mm	500	500	500	600	600	600
Inhalt	cbm	1/3	1/2	3/4	1/2	3/4	1
Gesamte Rahmenlänge	mm	1560	1700	1860	1700	1860	2055
Gesamte Muldenbreite	„	1090	1280	1470	1280	1470	1500
Muldenoberkante über S.-O.	„	1000	1015	1170	1060	1195	1275
Radstand	„	450	550	550	550	550	650
Raddurchmesser	„	300	300	300	300	300	350

Auch für den Transport von Knüppeln (Abb. 96 und 96 a) [3], Blöcken, Warmschrott [4] u. dergl. sind vielfach ähnliche, auch schmalspurige Seitenkipper gebaut, so von Seibert in Saarbrücken, Eisenwerk Willich, A.-G. in Hörde u. s. w. Der Gesamtpreis eines solchen Knüppelwagens stellt sich auf rund 940 ℳ.

2. Vorderkipper (Muldenkippachse und Wagenachsen parallel zueinander, Abb. 97 und 97 a) [4].

3. Rundkipper (Entladung nach allen Seiten möglich).

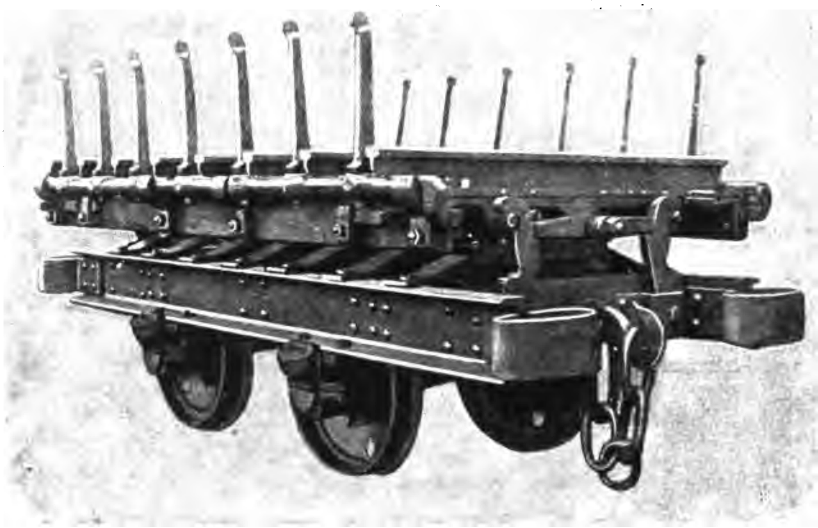
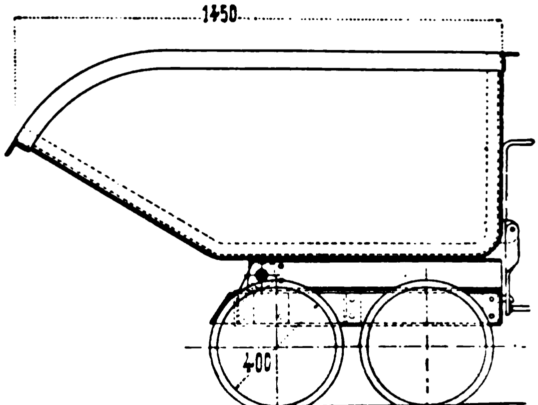




Abb. 96 u. 96a. Knüppelkippwagen von B. Seibert in Saarbrücken.



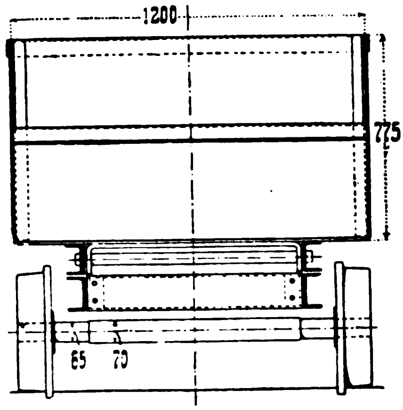


Abb. 97 u. 97a. Vorderkipper von 1 cbm Inhalt.

b) **Selbstentlader** (Schnellentlader) [5]; s. a. Schienenbahnen, Kabelbahnen, Haufenlager und Massentransport; insbesondere vgl. a. [18].

Allgemeines. In Nordamerika herrscht bekanntlich seit langem das Bestreben, den Güterverkehr durch schwere Züge mit grossen Wagen zu bewältigen, und das ist in folgendem begründet: Nach [6] ist die durchschnittliche Ausnutzung der bedeckten Güterwagen im Eisenbahnbetrieb, abgesehen von wenigen durch besondere Verkehrsverhältnisse bedingten Fällen, auch heute noch gering. Dagegen hat die Beförderung von Erzen, Kohlen, Koks von jeher die volle Ausnutzung eines grossen Teiles der gewöhnlichen offenen Güterwagen gestattet. Infolge des Wachsens der Industrie und der oft beträchtlichen Entfernungen zwischen den Industriemittelpunkten und den alten und neuen Kohlen- und Erzfeldern[1]) hat sich bei dem scharfen internationalen Wettbewerb ein starkes Drängen nach Frachtermässigungen ergeben und die Eisenbahnverwaltungen genötigt, eine möglichst wirtschaftliche Beförderung der Massengüter zu erstreben. Ein Hauptmittel dazu ist die Verwendung von Güterwagen mit hoher Ladefähigkeit, d. h. möglichst vierachsiger Güterwagen von etwa 30—50 t Tragkraft. Die Einführung solcher Wagen stiess und stösst noch heute auf besondere Schwierigkeiten in den Ländern, wo bisher für die genannten Zwecke fast ausschliesslich zweiachsige Wagen in Verwendung waren, da die Gleis-, Belade- und Entladeanlagen der Verfrachter und Empfänger zur Aufnahme vierachsiger Wagen meist ungeeignet waren und sich nur durch Aufwendung mehr oder minder erheblicher Kosten den veränderten Verhältnissen hätten anpassen lassen. Am leichtesten vollzog sich der Uebergang in den Vereinigten Staaten, da die dortigen Bahnen seit 1860 ausschliesslich vierachsige Wagen besassen und die Entfernungen und Mengen ausserordentlich gross sind [8].

Durch den Bau solcher grossen Güterwagen haben sich in Nordamerika besonders ausgezeichnet die Pressed Steel Car Co. in Pittsburg, die Wellman-Seaver-Morgan Co. in Cleveland und die Goodwin Car Co. in New York (s. unten). Wohl wenige Neuerungen in der Technik haben eine so schnelle und erfolgreiche Entwicklung aufzuweisen wie die Anwendung gepressten Eisens bei den amerikanischen Eisenbahnbetriebsmitteln. Etwa im Jahre 1888 begann man in den Vereinigten Staaten im kleinen Massstabe mit der Anfertigung von Gegenständen aus gepresstem Eisen, die bei den Güterwagen zunächst an die Stelle von Gusseisen treten sollten, weil sie sich bei geringeren Kosten stärker und dauerhafter gestalten liessen. Die Praxis bestätigte dies und zeigte zugleich, dass eine bedeutende Ersparnis an Wagengewicht erzielt wurde.

Die früher bei den nordamerikanischen Güterwagen üblichen Holzquerstücke der Drehgestelle werden beispielsweise jetzt vollständig aus Eisen hergestellt [9]. Ebenso werden die gesamten Drehgestelle [10] und auch die Rahmen für die Wagenkasten sowie diese selbst vollständig aus Eisen gefertigt. Das gilt besonders für die Selbstentlader (Abb. 98 und 99), die mit einem Raumgehalt von 30—95 (!) cbm[2]) gebaut und zum Zwecke leichteren und schnelleren Entladens mit geneigten Stirnwänden und mit Bodenklappen ausgestattet werden. Selbstverständlich sind zur Herstellung dieser Wagen viele Sondermaschinen nötig geworden, und ein grosses Kapital ist darin angelegt; aber die Aussichten auf die immer grössere Verwendung der Fabrikate sind so gut, dass man die Kosten nicht gescheut hat.

[1]) Die Entfernung der rheinisch-westfälischen Kohlenfelder von den lothringischen Erzfeldern beträgt zum Beispiel rund 350 km, die der Kohlengruben Pennsylvaniens von den Erzfeldern am Oberen See [7] rund 2000 km.

[2]) Es dürfte nicht uninteressant sein, die Hauptabmessungen eines solchen 95 cbm-Kokswagens kennen zu lernen:

Grösste Höhe 12′ 9½″	=	3 899 mm
„ Länge 42′	=	12 801 „
„ Breite 10′	=	3 048 „
Maximaler Inhalt 3384 cb′	=	95,8 cbm
Wagengewicht . . .	rund	16 600 kg
Drehgestellgewicht . .	„	7 400 „
Gesamtgewicht . . .	rund	24 000 kg
Tragfähigkeit	„	49 900 „ ∼ 50 t.

Die Möglichkeit der Selbstentladung bildet einen ausserordentlich grossen Vorteil dieser Wagengattung. Dass durch die Bodenform meist auch die Stärke und Haltbarkeit des Wagens recht beträchtlich erhöht wird, ist naturgemäss. Namentlich ist diese Tatsache von Bedeutung im Hinblick auf den Rangierbetrieb, bei dem die selbsttätigen Kupplungen und das Bestreben,

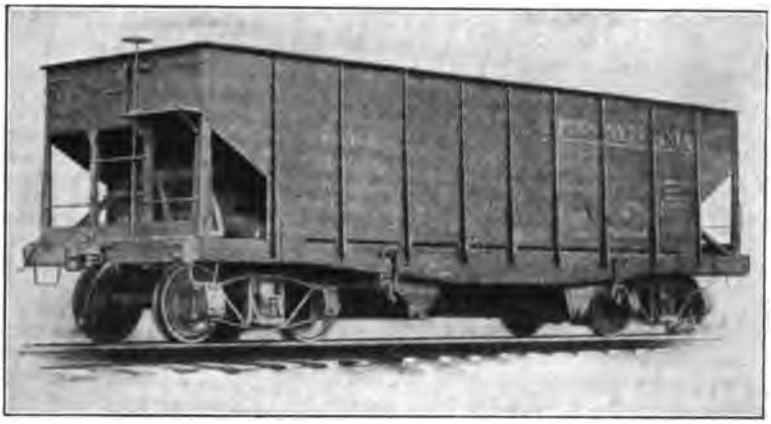




Abb. 98 u. 99. 45 t-Trichterwagen der Schoen Pressed Steel Co. in Pittsburg.

Zeit zu ersparen, heftige Stösse verursachen. Seit Einführung der Eisenwagen ist die früher alljährlich recht grosse Zahl an „Wracks“ erheblich zurückgegangen (vgl. hierzu Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1961, Fig. 11). Dabei ist bemerkenswert, dass ein solcher Wagen von zum Beispiel 50 t Ladegewicht ungefähr für dieselben Kosten für 1 t Nettolast $\left[\frac{810}{50} = 16{,}2\ \text{\$}^{1)}\right]$ hergestellt werden kann wie ein guter Holzwagen von 30 t Aufnahmefähigkeit $\left[\frac{525}{30} = 17{,}5\ \text{\$}\right]$ [11].

Vor allem eignen sich die eisernen Wagen zur Beförderung von Kohlen, Koks, Erzen, Steinen und ähnlichen stückigen Stoffen.

Muss zum Beispiel Kohle durch Menschenkraft aus Güterwagen entladen werden, so kann man (nach [6]) rechnen, dass ein Mann 3–4 t/st bewältigt. Mit der zunehmenden Tragkraft der Kohlenwagen geht daher das Bestreben Hand in Hand, die Entladung durch die Schwerkraft der Ladung besorgen zu lassen, d. h. an Stelle der flachbodigen Güterwagen solche mit trichterförmigem Boden zu verwenden. Soll sich ein solcher Wagen selbsttätig entleeren, so müssen alle Wände geneigt liegen. In Amerika begnügt man sich für Kohlenwagen meist mit einer Neigung von 30°; besser ist es jedoch, wie es in England meist geschieht, wenigstens 33—36° zu nehmen. Den Linien, wo mehrere geneigte Wände zusammenstossen, gibt man möglichst 45° Neigung. Bei Erzen sollte keine Wand weniger als 45° geneigt sein.[2]) Die Neigung der Wände

[1]) 1 $ = 4,25 ℳ.

[2]) Für Spülversatzmaterial (s. Druckwasserförderer) — Sand u. s. w., der zudem meist feucht ist — sollte man sich nicht scheuen, bis auf 60° zu gehen (vgl. Abb. 55).

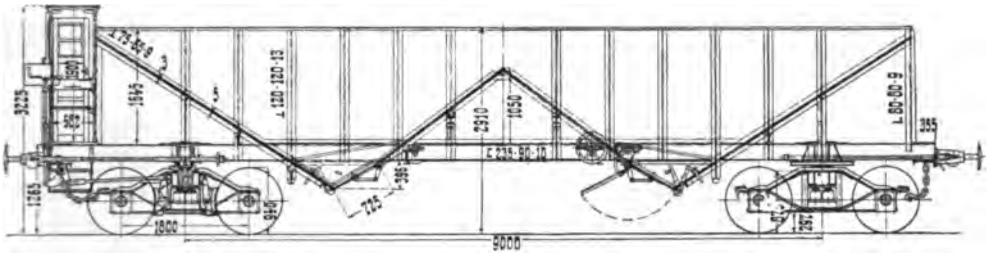


Abb. 100. 38 t-Trichterwagen der Bayerischen Staatsbahn.

bedeutet im allgemeinen gegenüber den flachbodigen Güterwagen von gleichen Aussenmassen einen Verlust an Raum, und zwar je nach der Bauart etwa 5—20 %. Das Verhältnis des Rauminhaltes des Trichterwagens zu dem gewöhnlicher Güterwagen von gleichen Aussenmassen ist wohl mit „Völligkeitsgrad“ bezeichnet worden. Bei den Trichterwagen für Erztransport ist dieser Völligkeitsgrad nicht von Wichtigkeit, da Erze bei ihrem hohen spezifischen Gewicht auch bei schlechter Raumausnutzung viel kürzere Wagen bedingen als Kohle.

Die Trichter sollen möglichst tief herunterhängen, damit das Gut sanft entladen wird. Bisweilen sind Trichterverschlüsse erwünscht, die einen beliebig grossen oder kleinen Bruchteil des Wageninhaltes abzulassen gestatten. Die Bauart der Wagen schwankt, je nachdem ob lange oder kurze Entladerümpfe vorhanden sind, oder ob sie zwischen den Schienen oder ausserhalb liegen.

Man unterscheidet wohl:[1]) Trichterwagen (einschliesslich Doppeltrichterwagen), Abb. 100 [6] (vgl. a. Glasers Annalen 1907, I, S. 157, Ausstellungswagen der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg in Nürnberg 1906)

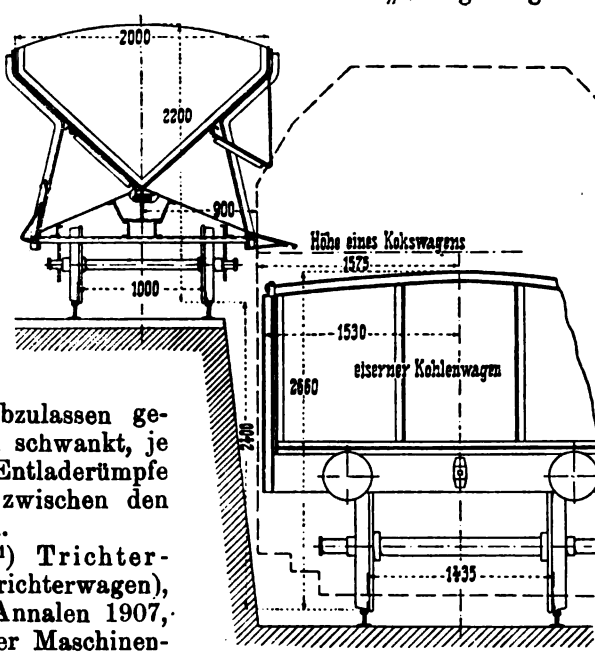


Abb. 101. Ueberladen von Schüttgut aus einem Talbot-Schmalspurwagen in vollspurige Kohlen- bezw. Kokswagen.

---

[1]) Dipl.-Ing. Rühl teilt in seinem Aufsatz „Umwandelbarer Selbstentlader“ (Fördertechnik 1907, Heft 11, S. 177 ff.), wie folgt, ein:

Selbstentlader.

A. Entladung durch Bedienung von am Wagen befindlichen Lösungsmitteln.

- a) Fester Wagenkasten.
  - α) Entladeklappen.
    - 1. Seitenklappen.
      - a) Drehklappen.
      - b) Schiebeklappen.
    - 2. Bodenklappen.
      - a) Drehklappen.
      - b) Schieber.
  - β) Bewegliche Wagenkastenteile.
    - 1. Verschiebbare Seitenwände.
    - 2. Verschiebbare Böden.
- b) Beweglicher Wagenkasten.
  - α) Kippwagen.
  - β) Wagenkasten drehbar.
  - γ) Wagenkasten dreh- und kippbar.
  - δ) Wagenkasten senkrecht abhebbar.

B. Entladung von der Strecke aus.

- a) Anschläge auf der Strecke.
  - α) Anschläge seitwärts (Seitenentladung).
  - β) Anschläge oder dergl. im Gleise (Bodenentladung).
- b) Verdoppelung auf der Fahrbahn an der Entladestelle in senkrechter Ebene.
  - α) Abheben des Kastens vom Untergestell.
  - β) Loslösung des Untergestells.



Abb. 102. Anschüttung eines Eisenbahndammes mittels Talbot-Selbstentlader.

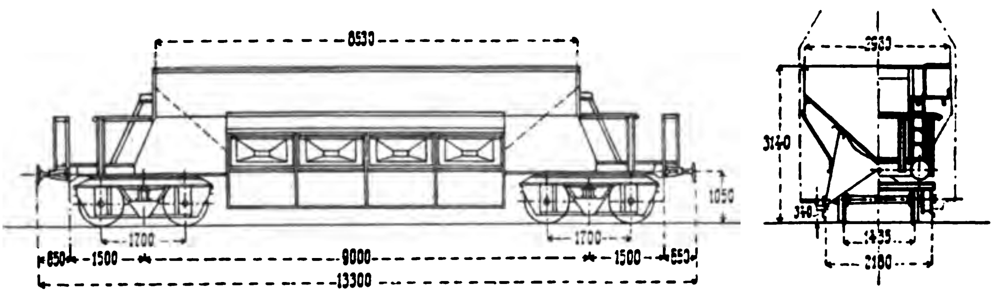


Abb. 103 u. 104. Vierachsiger Talbot-Selbstentlader von 50 t Tragkraft (Gutehoffnungshütte in Oberhausen).

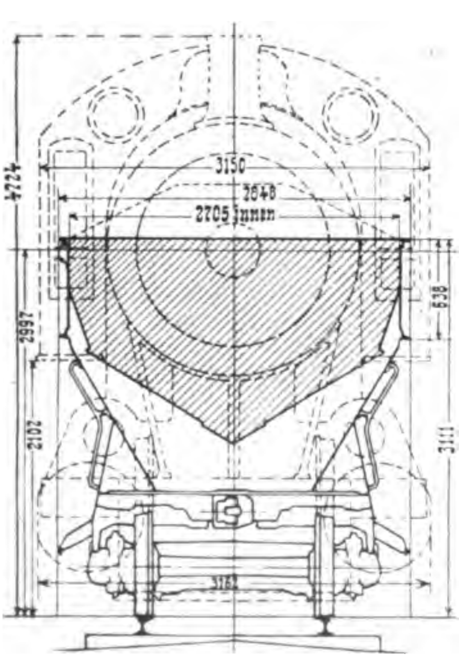


Abb. 105. Vergleich zwischen Lokomotive und Goodwin-Selbstentlader (Schwerpunktslage).

und **Sattelwagen**, Abb. 99, und **Flachbodenentlader** (s. unten), oder man trennt in:

1. **Seitenentleerer**, meist gebraucht zu Erdarbeiten, Ueberladen von Schmalspur- in Vollspurwagen (Abb. 101), Anschütten von Halden und Dämmen (Abb. 102), Stapeln von Kohle, Steinschlag, Kies, Gemüse, Feldfrüchten u. dergl. **neben** dem Gleis (s. a. **Haufenlager**).

Bis zu welchen Abmessungen die Firma **G. Talbot & Co.** in Aachen[1]) neuerdings im Bau ihrer Selbstentlader gelangt ist, erhellt vorzüglich aus den Abb. 103—104 [12]; s. a. [17]. Auf die Erzeugnisse der **Goodwin Car Co.** in New York [13] war bereits hingewiesen; jedoch sei hier an der für sich selbst sprechenden Abb. 105 wiederholt darauf hingewiesen, dass der den Selbstentladern vielfach gemachte Vorwurf der zu hohen Schwerpunktslage ebenso unberechtigt ist

[1]) Auch von **Ringhoffer** in Smichow bei Prag gebaut (Wagen mit Oberkasten aus **Holz**, auf der Ausstellung in Reichenberg 1906).

wie bei vielen der amerikanischen Lokomotiven, weil eben die Tatsache ebenso unbedenklich ist wie bei letzteren. Auf S. 217 in Dinglers Polyt. Journal 1905 war bei der Besprechung dieses Umstandes mit Bezug auf Spalte 20 der Zusammenstellung I auf S. 259 und 260 daselbst hervorgehoben, dass die Ruhe des Ganges durch die hohe Schwerpunktslage kaum beeinflusst würde und jedenfalls für die Laufsicherheit keine Gefahr bestände. Und in der Tat ist bereits vielfach diese Erkenntnis auch bei uns durchgedrungen; denn man ist heute hinsichtlich der hohen Lage der Kesselachse bei Lokomotiven nicht mehr so ängstlich wie früher, und so ist mehr und mehr zu hoffen, dass man auch bei uns sich der Vorzüge der Selbstentlader mehr als bisher bewusst werde (vgl. [18]).

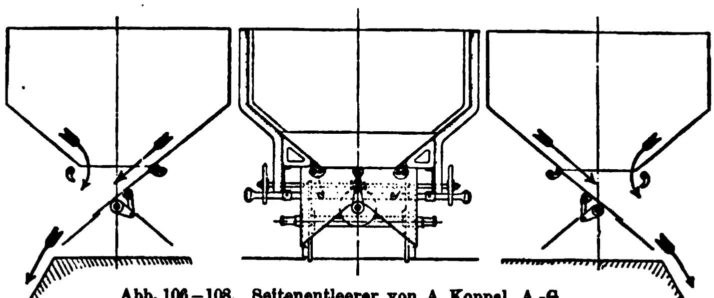


Abb. 106—108. Seitenentleerer von A. Koppel, A.-G., in Berlin-Bochum.

An zwei Beispielen[1]) möge gezeigt werden, welche Ersparnis sich gegenüber den meist noch in Europa gebräuchlichen Massentransportmitteln auf Eisenbahnen bei Anwendung von Selbstentladern erzielen lassen. Die eingesetzten Preise entsprechen den deutschen Verhältnissen bezw. den Kosten für Schnellentlader von A. Koppel, A.-G., in Berlin-Bochum, vom Jahre 1906.

Beispiel I. Auf einer 10 km langen Schleppbahn befördere ein Hüttenwerk in gewöhnlichen Kohlenwagen Kohlen von der Zeche zum Werk. Die Wagen mögen auf zwei Fahrten in jeder Richtung täglich 40 km rollen; die Entladung eines 15 t-Wagens erfordert erfahrungsgemäss vier Stunden Zeit bei billigst 3 ℳ Lohn. Ein Seitenentleerer gleicher Fassung erfordert kaum zwei Minuten Entladezeit. Es seien aber trotzdem die Entladekosten eines Seitenentleerers zu 10 ₰ angenommen. Die vergleichende Rentabilitätsrechnung der beiden Wagengattungen für ein Jahr stellt sich dann wie folgt:

Gewöhnlicher Kohlenwagen.

	ℳ
Verzinsung = 5 % der Anschaffungssumme in Höhe von 2500 ℳ für einen Wagen	125
Tilgung = 10 % der Anschaffungssumme in Höhe von 2500 ℳ für einen Wagen	250
Entladekosten in Höhe von 3 ℳ für je zwei Entladungen an 300 Tagen = 2 × 3 × 300	1800
Summe	2175

Seitenentleerer (Abb. 106—108).

	ℳ
Verzinsung = 5 % der Anschaffungssumme in Höhe von 3200 ℳ für einen Wagen	160
Tilgung = 10 % der Anschaffungssumme in Höhe von 3200 ℳ für einen Wagen	320
Entladekosten in Höhe von 0,10 ℳ für je drei Entladungen in 300 Tagen = 0,10 × 3 × 300	90
Summe	570

Betragen die Zugkraftkosten für 1 t/km = 1 ₰, so erhöhen sich die Gesamtbetriebskosten bei gewöhnlichen Kohlenwagen von 2175

um $(8 + 15 + 8)\,t \times \frac{40}{2}$ km × 300 Tage × 0,01 ℳ = ... 1860

auf 4035.

Da der Seitenentleerer wegen Ersparnis der Entladezeit täglich 60 km rollen und dreimal entladen kann, so sind nur 67 % an Seitenentleerern gegenüber den gewöhnlichen Kohlenwagen erforderlich.

[1]) Beispiel II s. u. „Bodenentleerer".

570 ℳ jährliche Betriebskosten für Seitenentleerer vermindern sich demnach bei einer Leistung entsprechend den gewöhnlichen Kohlenwagen auf 410 ℳ.

Die Gesamtbetriebskosten (einschliesslich Zugkraftkosten) stellen sich folglich auf 410 + 1860 = 2270 ℳ für Seitenentleerer, mithin vermindern sich die Betriebskosten gegenüber den gewöhnlichen Kohlenwagen um 44 %.

Bezüglich ähnlicher Rechnungen über Talbotwagen vgl. [9] und [13] (Dinglers Polyt. Journ. 1904). —

Ein von den bisherigen völlig abweichendes, in allen Staaten geschütztes Verfahren ist von der Allgemeinen Oesterreichischen Transport-Gesellschaft in Wien[1]) angenommen. Dasselbe ist erdacht von W. Nossian und ein Ergebnis der schon oben kurz gestreiften Ueberlegung,[2]) dass die meisten Versuche, um mittels Kipp- oder Trichterwagen die immer dringender werdende Tagelohn- und Wagenmangelfrage zu lösen, zur Einrichtung von Sonderwagen geführt haben, die nur eine begrenzte allgemeine Verwendung zulassen.

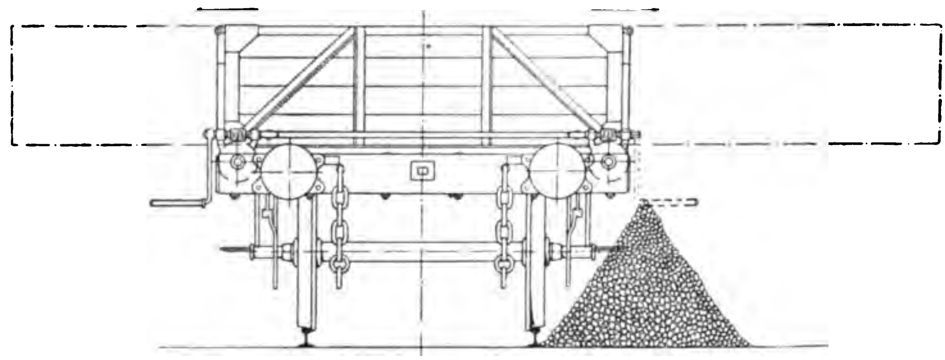


Abb. 109. Nossian-Selbstentlader.

Das Nossiansche Verfahren besteht darin, dass die Ladung (Abb. 109) durch die zu einem festen Rahmen verbundenen Bordwände, die vom Boden getrennt und senkrecht zur Längenachse des Wagens nach beiden Seiten verschiebbar angeordnet sind, auf dem in seiner Anfangslage verbleibenden Boden mitgeschoben und je nach Bedarf rechts- oder linksseitig ausserhalb des Gleises abgeworfen wird; hierdurch wird das angestrebte Ziel erreicht, ohne dass die Wagen zu Spezialwagen mit dem diesen anhaftenden Nachteil beschränkter Benutzbarkeit werden.



Abb. 110. Bodenselbstentlader der Wellman-Seaver-Morgan Co. in Cleveland.

Das Ausladen dauert bei diesen Wagen 5—7 Minuten, einschliesslich Zurückschieben des Rahmens 10—12 Minuten und wird durch zwei Mann bewältigt, während zum Beispiel bei gewöhnlichen Kohlenwagen vier bis sechs Mann 1—2 Stunden lang je nach der Beschaffenheit des Materials für dieselbe erforderlich sein dürften.

Die äusserst einfach gebaute und deshalb sehr dauerhafte Einrichtung besteht entweder aus zwei bis drei Zahnstangengetrieben, auf welchen der Bordwandrahmen fest aufgesetzt, durch einen neben den Puffern angeordneten Schneckenantrieb verbunden und mittels einer Handkurbel in Bewegung zu setzen ist, oder bei grösserer Ladung aus senkrecht zur Längenachse des Wagens angeordneten starken, gekuppelten Schraubenspindeln mit unmittelbarer Schubwirkung. Sämtliche Teile sind gegen Verunreinigung geschützt und die Schnecken oder Spindeln mit verlässlicher Schmierung versehen [14].

---

1) Diese Wagen baut auch Herbrand in Köln (Ausstellung in Düsseldorf 1902).

2) Vgl. a. S. 58 ff.: Verwandlungswagen.

2. **Bodenentleerer** für vorhandene Sturzgerüste, Ueberladen von Bahnwagen in Schiffe, Entladen von Erzen in Bunker, von Chemikalien z. B. in Mischbehälter u. s. w. (s. oben); Abb. 110 zeigt einen der grössten amerikanischen Schnellentlader dieser Art [15].

Die Rentabilität solcher Wagen sei wieder an einem Koppelschen Beispiel gezeigt:

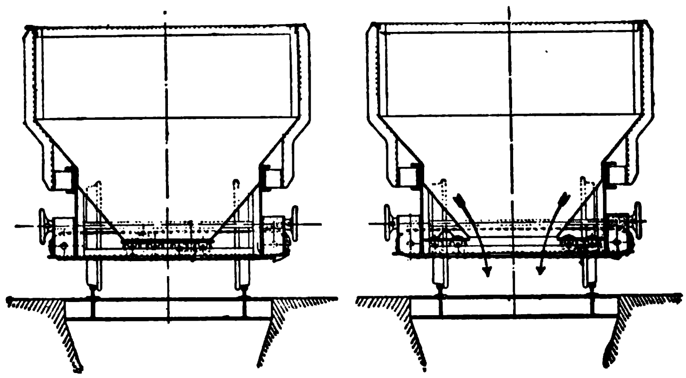


Abb. 111 u. 112. Bodenselbstentleerer von A. Koppel, A.-G., in Berlin-Bochum.

Beispiel II. Aus einem Kohlenbezirk befördere eine Eisenbahnverwaltung die Kohlen in gewöhnlichen 15 t-Wagen nach einem grossen Flusshafen. Die mittlere Entfernung vom Zechenzentrum zum Flusse betrage 30 km, so dass bei einmaliger Entladung jeder Wagen entsprechend dem Durchschnitt auf der Preussischen Staatsbahn etwa 60 km täglich rollt. Die Zugkraftkosten für 1 t-km seien $^1/_2$ ₰. Die Entladung im Flusshafen erfolge mit Wippern und koste für 1 t Wagengut 6 ₰. Zurzeit bestehe ein Zug aus 45 Wagen von 15 t Ladefähigkeit. Dieser Zug wiegt etwa 1000 t und hat eine Länge von 300 m. Beim Uebergang zu Bodenentleerern von 40 t Tragfähigkeit und 16 t Eigenlast besteht ein Zug aus nur 17 Wagen, wiegt 950 t und ist etwa 170 m lang. Die aufzuwendenden Zugkraftkosten reduzieren sich demnach zunächst um 5 %; sodann um weitere 15 % infolge Ersparung an Zugbegleitungspersonal, Verminderung der Zugwiderstände, Verbilligung des Rangierens u. s. w. Die vergleichende Rentabilitätsberechnung der Betriebskosten beider Wagengattungen für 1 Jahr und für 675—680 t Nutzlast stellt sich demnach wie folgt:

Gewöhnlicher 15 t-Wagen.

	ℳ
Verzinsung = 5 % der Anschaffungskosten von 45 Wagen à 2500 ℳ = 45 × 2500	5 625
Tilgung = 10 % der Anschaffungskosten von 45 Wagen à 2500 ℳ = 45 × 2500	11 250
Zugkraftkosten für 300 leere und 300 beladene Züge im Jahre = (325 + 1000) × 30 × 300 × 0,005	59 625
	76 500
Entladung mittels Wipper 675 × 300 × 0,06	12 150
Summe	88 650

40 t-Bodenentleerer (Abb. 111 und 112).

Verzinsung = 5 % der Anschaffungskosten von 17 Wagen à 7000 ℳ = 17 × 7000	5 950
Tilgung = 10 % der Anschaffungskosten von 17 Wagen à 7000 ℳ = 17 × 7000	11 900
Um 15 % verminderte Zugkraftkosten für 300 leere und 300 beladene Züge im Jahre 0,85 × (272 + 952) × 30 × 300 × 0,005	46 818
	64 668
Selbstentladung 17 × 0,10 × 300	510
Summe	65 178

Die Betriebskosten vermindern sich demnach im vorliegenden Fall für die Bahnverwaltung ausschliesslich Entladekosten um mehr als 15 % und bei Lieferung frei Schiff also einschliesslich Entladekosten um mehr als 26 %.

Bei einem Park von 100 000 Stück 15 t-Wagen von durchschnittlich 7,25 t Eigengewicht würden die jährlichen Betriebskosten hiernach betragen:

$$100000 \times \frac{7{,}25 + 15 + 7{,}25\ \text{t}}{2} \times 60\ \text{km} \times 300\ \text{Tage} \times 0{,}005\ \mathcal{M} = 132\,750\,000\ \mathcal{M};$$

26 % hiervon ergeben rund 34500000 ℳ jährliche Ersparnis. (!)

3. Vereinigte Boden- und Seitenentleerer. Diese Wagen (Goodwin, Koppel u. s. w.) dienen vorzugsweise zur Beschotterung oder Bekiesung von Eisenbahngleisen (Verteilung während der Fahrt); über derartige Ergebnisse vgl. Abb. 113 und 114.

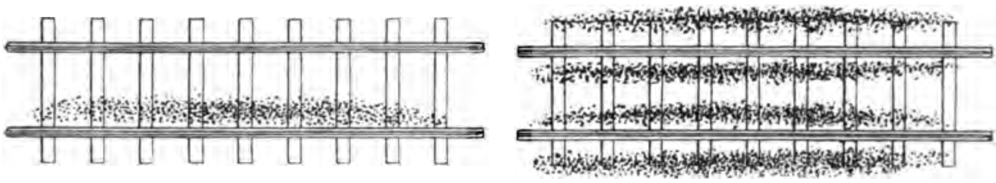


Abb. 113 u. 114. Ergebnisse von Goodwin-Selbstentladungen auf Gleisstrecken.

4. Verwandlungswagen.[1]) Mehr und mehr stellte sich auf verschiedenen Eisenbahnstrecken, auf denen solche Selbstentlader liefen, so insbesondere z. B. auf der Chicago-, Burlington- und Quincy-Bahn, das Bedürfnis heraus nach der Möglichkeit einer besseren Ausnutzung solcher Sonderwagen, und daraus haben sich vor allem die Wagen der Rodger Ballast Car Co., Chicago, Ill., entwickelt. Die in Abb. 115—120 dargestellten Betriebsmittel dieser Art (multi-service-freight-cars) lassen unschwer erkennen, in welch einfacher Weise offene Güterwagen bezw. Flachbodenwagen gewöhnlicher Art in schnellentladende Trichterwagen (und umgekehrt) verwandelt werden können. Diese Wagen dienen dazu, die früher häufig unumgänglichen Leerfahrten derselben zu vermindern. Als Trichterwagen können sie zur Beförderung von Kohlen und Erzen, als Flachbodenwagen für Stückgüter benutzt werden. Will man den Trichterboden gebrauchen, so werden die im Boden befindlichen Klappen geöffnet; schliesst man dagegen die Bodenklappen, dann hat man einen Flachbodenwagen. Vgl. [18].

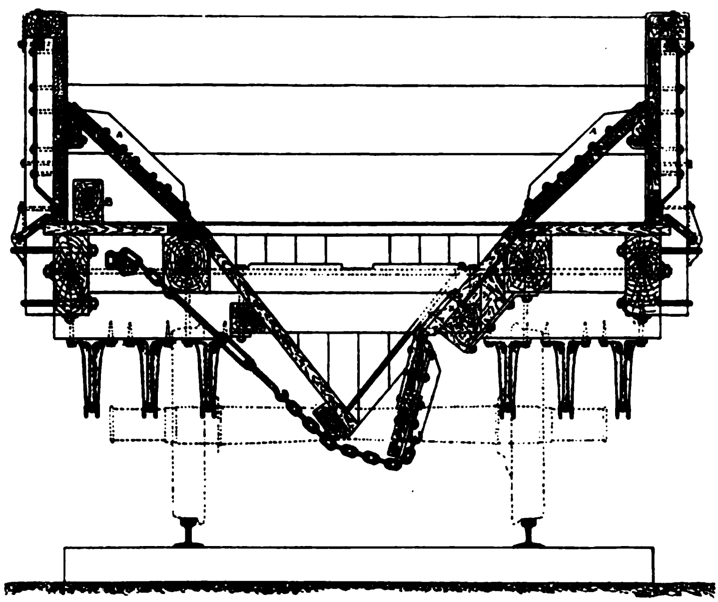


Abb. 117.

c) **Kühlwagen** u. dergl. Aus leicht erklärlichen Gründen spielen die Kühlwagen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika eine noch wesentlich grössere Rolle als hierzulande. Unsre Milch- und Butterwagen, die meist ein Ladegewicht von 10000 kg besitzen, sind, um die tiefe Temperatur des Wageninnern möglichst lange zu erhalten, mit doppelten Holzwänden versehen: Isolierung durch Luft oder andre schlechte Wärmeleiter, wie Pressspan, Pappe,

[1]) Hingewiesen sei bei dieser Gelegenheit übrigens auch auf die Strassenbahn-Verwandlungswagen (Sommer- und Winterverkehr) „Convertible“ und „Semi-Convertible Car“, — Buhle, „Das Eisenbahn- und Verkehrswesen auf der Industrie- und Gewerbe-Ausstellung zu Düsseldorf 1902“, Berlin 1903, S. 41 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 1185); bezw. Buhle-Pfitzner, desgl. Weltausstellung St. Louis 1904, Berlin 1905, S. 62 ff. (Dingl. Polyt. Journ. 1905, S. 791 ff.).

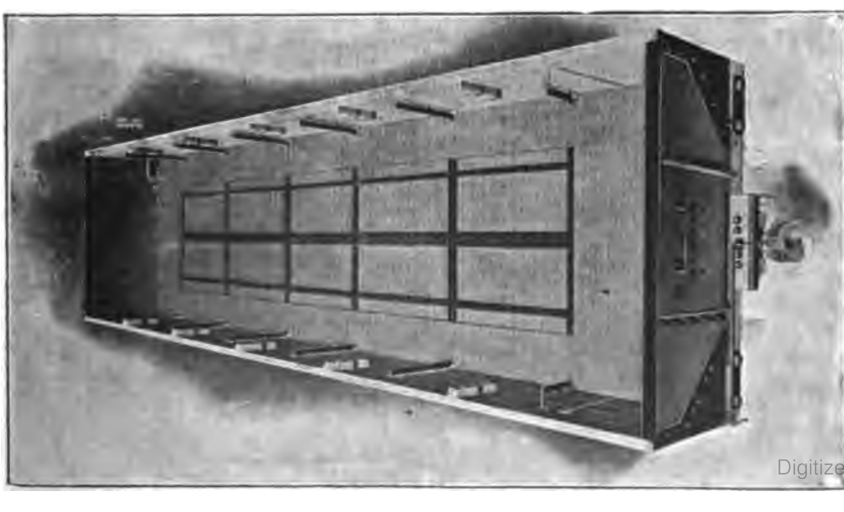


Abb. 115.

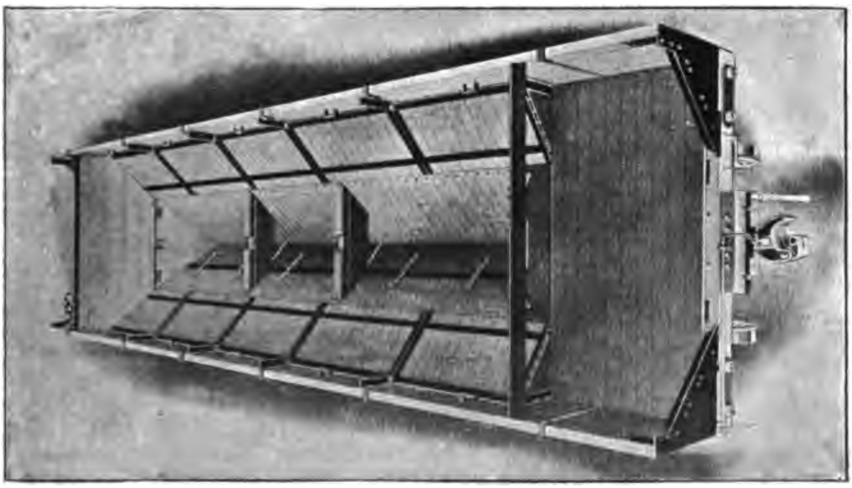


Abb. 116.

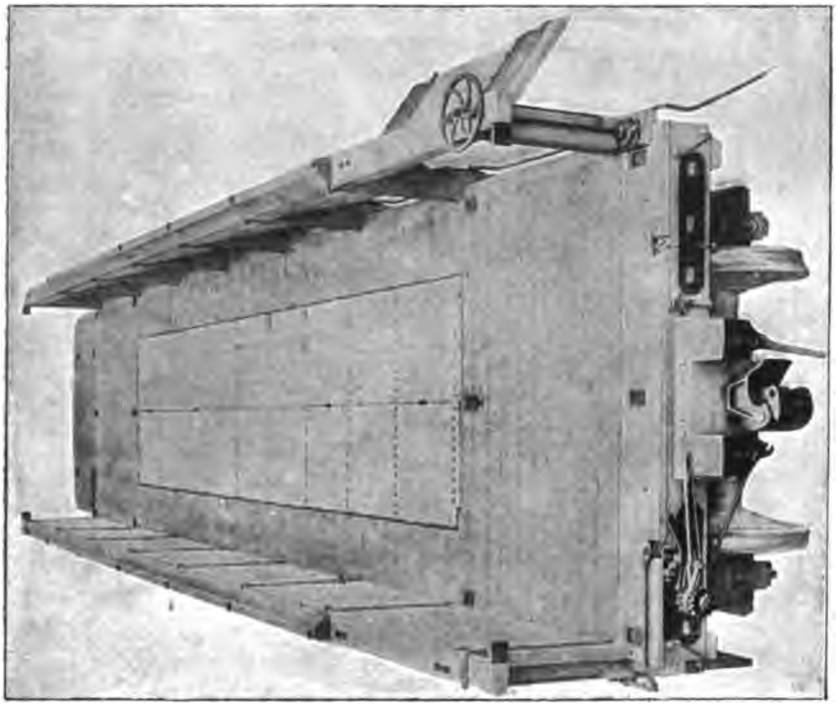


Abb. 119.

Abb. 115–120. Verwandlungswagen der Rodger Ballast Car Co. in Chicago.

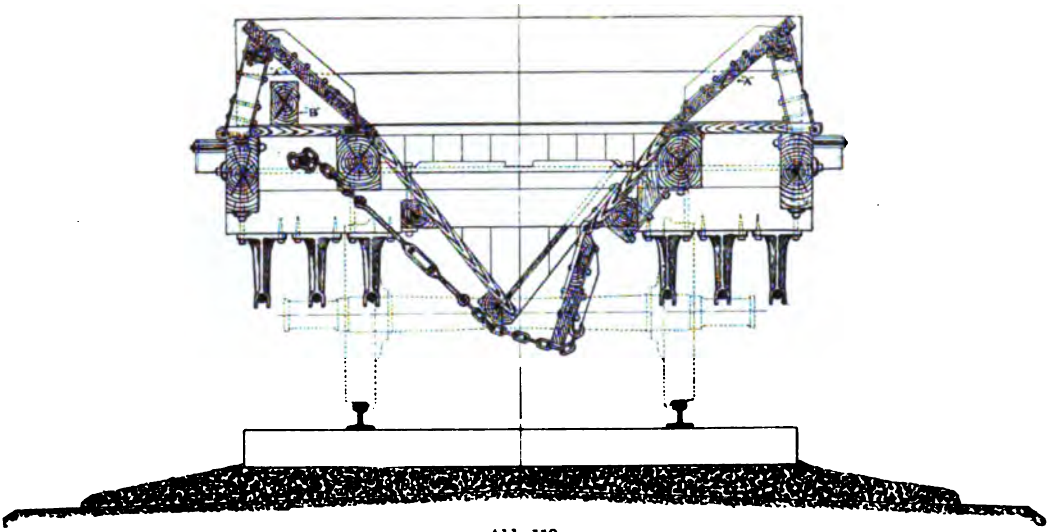


Abb. 118.

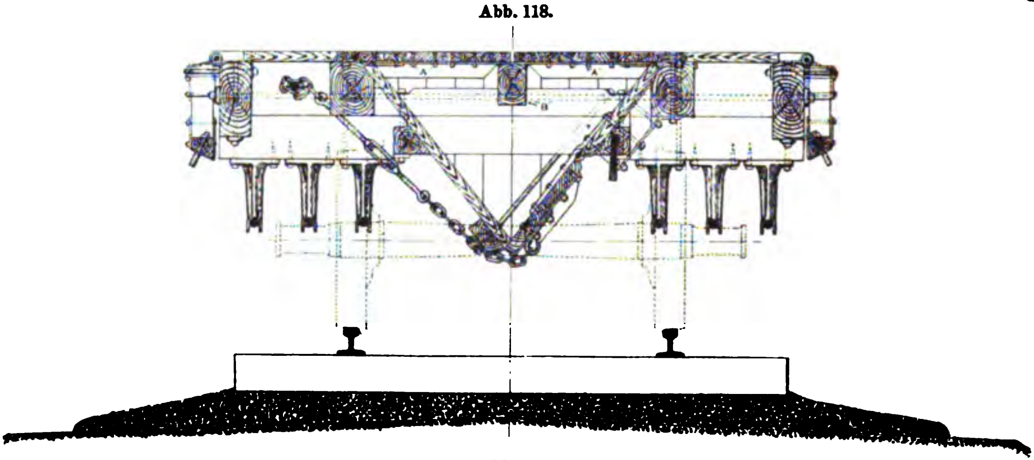


Abb. 120.

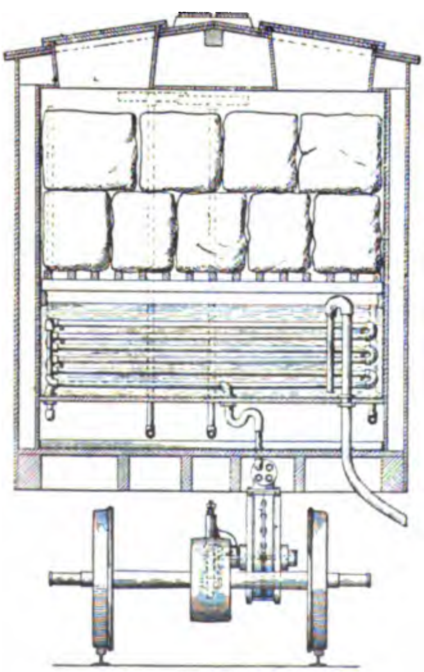


Abb. 121 (u. 122–126). Kühlwagen der Johnson Refrigerator Co., Chicago.

Filz, Kork u. dergl.; zuweilen sind auch beide Arten vereinigt. Die an den Stirnwänden unter der Decke angeordneten Eisbehälter werden vom Dache aus gefüllt. Für Milchkannen und Butterfässer sind an den Seitenwänden Lattenständer angebracht. Der Fussboden ist mit verzinktem Eisenblech belegt. Zur Lüftung dienen Saugvorrichtungen.

Bei den Fleischkühlwagen (12500 kg Tragfähigkeit) [16] wird vielfach die eingesaugte Luft nach Durchstreichung von unter der Wagendecke in Eisbehältern liegenden Schlangenrohren nach unten über den Fussboden geführt und später unter der Decke wieder abgesaugt. Aehnlicher Wagen bedient man sich auch zur Beförderung von Fischen.

Neuere deutsche Kühlwagen, die z. B. sowohl zur Beförderung von Bier als auch von nichtflüssigen Lebensmitteln (Fischen, Fleisch, Molkereierzeugnissen u. dergl.) dienen, waren beispielsweise 1902 auf der Industrie- und Gewerbeausstellung in Düsseldorf zur Schau gestellt; sie besitzen in der Regel

über 15000 kg Tragfähigkeit (Bodenfläche 20 qm, Fassungsraum 90 hl Bier in Fässern). Stirn- und Seitenwände haben dreifache Holzverschalung erhalten. Für den Biertransport werden Eiskästen in die Wagen gesetzt, oder es sind feste Eisbehälter vorhanden. Für den Winter ist

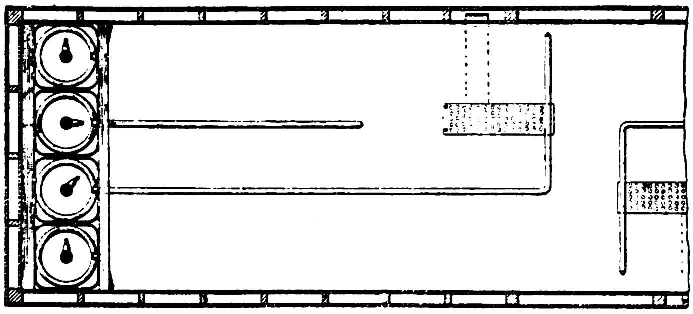


Abb. 122. Anordnung der Lufteinlassöffnungen der Johnson-Kühlwagen.

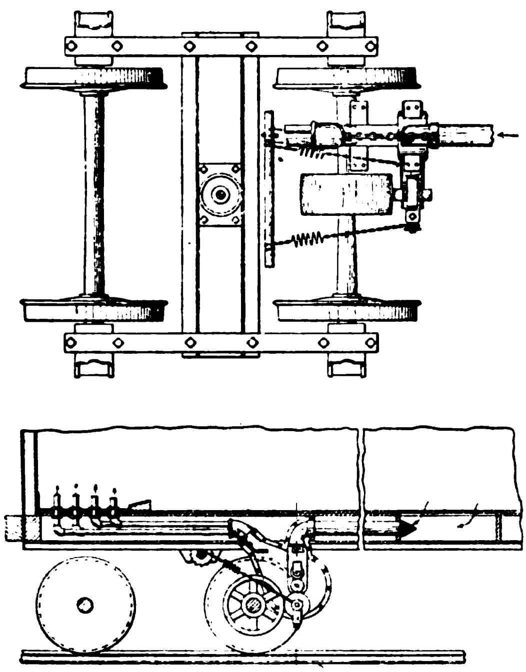


Abb. 125 u. 126.

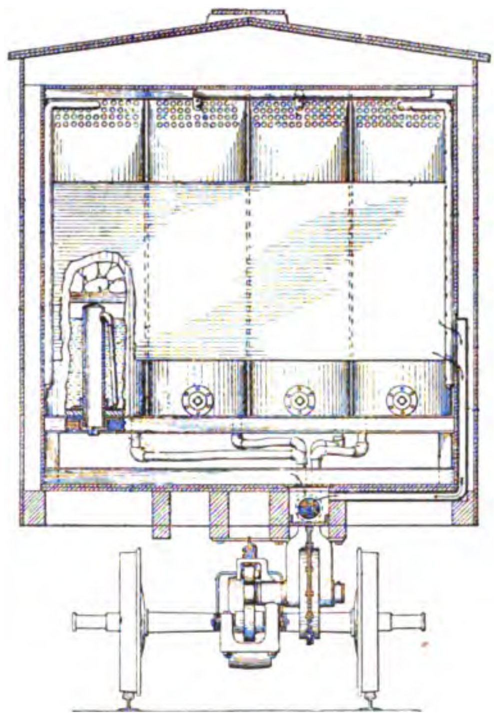


Abb. 123. Luftauslass.

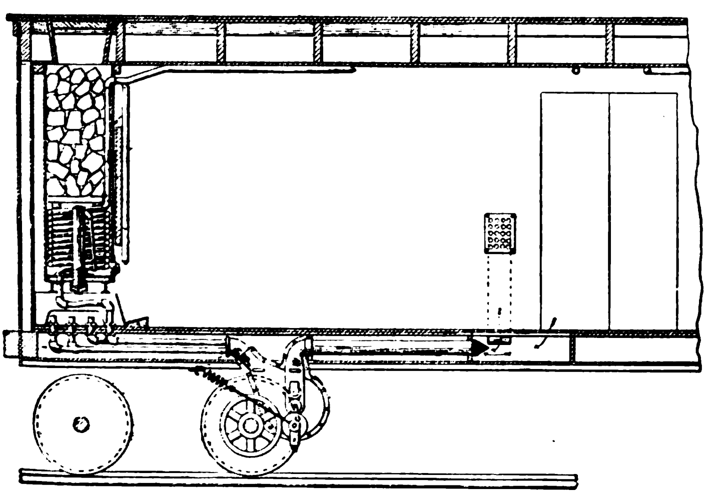


Abb. 124—126. Luftumlauf.

eine Presskohlen- oder eine Dampfheizung vorgesehen [17].

Einen wesentlichen Fortschritt auf diesem Gebiete bedeuten aber erst die auf der Weltausstellung in St. Louis im Jahre 1904 ausgestellten Kühlwagen der Johnson Automatic Refrigerator Co. in Chicago; diese Wagen erregten darum auch in hohem Masse die Aufmerksamkeit sowohl der Fachleute als namentlich der vielen Interessenten.

Die Abb. 121—126 veranschaulichen diese eigenartigen Eisenbahnbetriebsmittel. Aus den Abb. 121—124 geht hervor, dass die vom Dach aus füllbaren Eisbehälter sich ebenfalls an den Stirnwänden befinden. Unter der Eiskammer sind Wasserbehälter aus Blech angeordnet; sie dienen zur Aufnahme des Eiswassers (Abb. 122) und eines vom letzteren umspülten Rohrsystems, durch welches Luft geblasen wird. Der Einlass für die Luft befindet sich im mittleren Teil des Wagenbodens (Abb. 123), der Auslass an der Decke der Wagenenden (Abb. 122). Die Auslassröhren sind perforiert, und zwar sind die Oeffnungen so angeordnet, dass die Luftzirkulation möglichst gleichmässig nach allen Teilen des Wagens erfolgt, so dass überall nahezu dieselbe Temperatur herrscht. Die Zirkulation der Luft durch die Röhren wird durch einen von einer Wagenachse mittels Reibungsrädern angetriebenen Ventilator bewirkt, der unter dem Wagenkasten angebracht ist (Abb. 124—126).

Ueber das Ergebnis des von der Kgl. Eisenbahndirektion Berlin (Betriebsmittelbeschaffung) am 9. Oktober 1906 erlassenen Preisausschreibens[1]) auf Erlangung eines zweiachsigen offenen Güterwagens mit Bremse und mit Einrichtung zur Selbstentladung vgl. [18].

Literatur: [1] Buhle, T. H., I, S. 46 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1358 ff.); II, S. 33 und 55 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1730, und 1903, S. 862); Martens, Dinglers Polyt. Journ. 1906, S. 92 ff. — [2] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 501, bezw. 1906, S. 1164. — [3] Buhle, T. H., III, S. 244 („Stahl und Eisen" 1906, S. 646). — [4] Ders., T. H., I, S. 151 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 738 ff.). — [5] Ders., ebend. T. H., III, S. 321; „Glückauf" 1907, S. 47 ff. (Koppel), s. a. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 236; ferner v. Hanffstengel, Dinglers Polyt. Journ. 1904, S. 199 ff.; 1906, S. 386 ff.; Schwabe s. [12], ferner „Stahl und Eisen" 1907, S. 112 ff., und Glasers Annalen 1907, I, S. 90 ff. u. s. w.; Lentz, „Stahl und Eisen" 1901, S. 740 ff.; Esch, Archiv f. Eisenb. 1907, S. 399 und 410; ferner Organ 1901, S. 26; 1905, S. 295, Ergänzungsheft 1904, S. 285 ff.; „Glückauf" 1903, S. 409 ff.; Revue générale 1904, I, S. 85, 267, 337; II, S. 94; Min. Proc. Civ. Eng., Bd. 158; Railroad Gazette 1905, S. 16 und 60 u. s. w. — [6] Metzeltin, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 1780 ff. — [7] Buhle, T. H., I, S. 151 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 509 ff.). — [8] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 94; 1905, S. 94; „Stahl und Eisen" 1900, S. 6; Glasers Annalen 1904, II, S. 132; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Eisenbahnverw. 1902, Nr. 76, und 1903, Nr. 23. — [9] Buhle, T. H., I, S. 37 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1249). — [10] Ders., T. H., III, S. 191 (Dinglers Polyt. Journ. 1905, S. 772 ff.). — [11] Ders., T. H., I, S. 146 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 735, bezw. 1899, S. 1249). — [12] Schwabe, Zeitschr. d. Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 613 ff. (vgl. a. Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 777 ff. (T. H., II, S. 53 ff.). — [13] Ders., T. H., I, S. 146 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 734), T. H., III, S. 194 ff. (Dinglers Polyt. Journ. 1905, S. 772 ff.); vgl. ebend. 1904, S. 321 ff., auch Bauart Jakobs, Rastatt, Pohlig in Cöln u. s. w. — [14] Buhle, T. H., I, S. 151 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 737). — [15] Ders., T. H., III, S. 59 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 450). — [16] Eisenbahntechnik der Gegenwart (Wagen), Wiesbaden 1898, S. 479 ff.; vgl. a. die Betriebsmittel-Literatur über Lokomotiven sowie The Car Builders Dictionary, New York 1899. — [17] Buhle, Das Eisenbahn- und Verkehrswesen auf der Industrie- und Gewerbeausstellung zu Düsseldorf 1902, Berlin 1903, S. 31 ff. (Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 777 ff.; Ders. (mit W. Pfitzner), desgl. über St. Louis 1904, Berlin 1905, S. 58 ff. (Dinglers Polyt. Journ. 1905, S. 772 ff.). — [18] Müller, Verkehrstechnische Woche 1907, Nr. 10, S. 261 ff., vom 7. Dez. 1907 u. f.

3. Schwebende (einschienige) Bahnen mit hängenden Wagen.

a) **Hängebahnen** (Schwebebahnen, Luftbahnen) sind schwebende einschienige Bahnen mit hängenden Wagen (Schwerpunkt unterhalb der Laufschiene), die meist im Nahtransport als Fördermittel für wagerechte und geneigte Richtung zur Bewegung von Einzellasten oder zu solchen vereinigter Sammelkörper (Fässer, Tonnen, Säcke u. s. w.) dienen. Im übrigen vgl. a. Luftseilbahnen, Krane für Massentransport (Hochbahnkrane), Massentransport und [1].

Die Hängebahnen sind aus dem Bedürfnis zur Entlastung der Werksohle entstanden: der Boden bleibt für den Verkehr frei; das Hängegleis wird nicht durch irgendwelche Körper oder durch das Fördergut versperrt und bleibt stets sauber; Möglichkeit wagerechter Verlegung unabhängig von unebenem Boden, daher geringer Arbeitsaufwand, leichtes Ausschieben der Wagen infolge pendelnder Aufhängung. Gesamtreibungszahl für gut gebaute Bahnen und Wagen 0,01, bei Rollenlagern 0,008—0,006.

---

[1]) Vgl. z. B. „Stahl und Eisen" 1906, S. 1468.

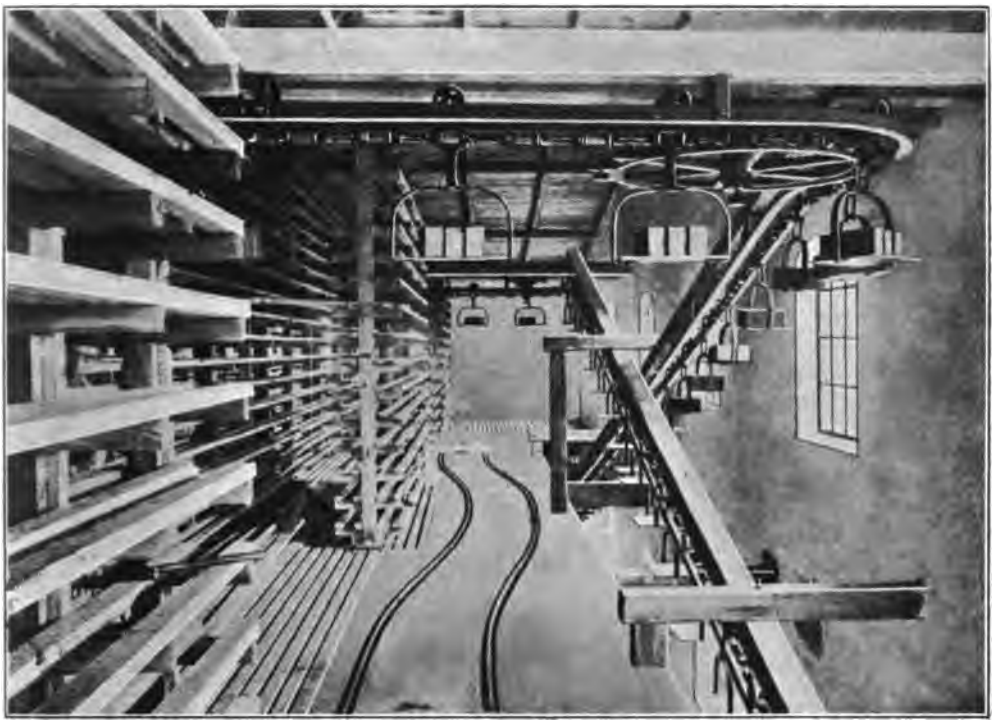


Abb. 127. Schaukeltransporteur mit hängenden Wagen von A. Stotz in Stuttgart.

Der Betrieb erfolgt: a) von Hand (meist beim Beladen und oft auch beim Entladen, Aus- und Einkuppeln, vgl. Luftseilbahnen S. 81 ff., ferner Abb. 197, 198, 223 u. s. w., s. a. unten Abb. 147—150; ein Arbeiter schiebt einen Wagen im Gesamtgewicht von 1—2 t, — oder

b) mittels Zugseils (Drahtseilhängebahn) s. Abb. 132, Abb. 165 und [2], oder Kette (Kettenhängebahn), Schaukeltransporteur von Stotz in Stuttgart, Abb. 127, D.R.P. 174461, mit endloser (zerlegbarer) Kreuzgelenkkette, Abb. 128, besonders für Glas-, Zement- u. dergl. Fabriken, Ziegeleien [1]) u. s. w., mit Ablenkungen in der wagerechten und senkrechten Ebene [3] — oder

c) seit Einführung von elektrischen Antriebsmaschinen entweder mit besonderen, an den Wagen angebauten Elektromotoren (Einzelantrieb, zu empfehlen auf Gleisringen unregelmässiger Form oder auf solchen, die durch Einschaltung von Weichen geändert werden können, — nur für Steigungen bis zu $\sim 1:20$), oder Zugbetrieb (Lokomotivbetrieb), — neuerdings sich erfolgreich einführend (Abb. 129—131 [4], Elektrohänge-, Telpherbahnen u. s. w.) [5], Stromverbrauch nur entsprechend den Nutzleistungen.



Abb. 128. Stotzsche zerlegbare Kreuzgelenkketten (D.R.P.)

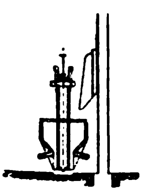


Abb. 129. Selbstentlader vor einem Füllrumpf.

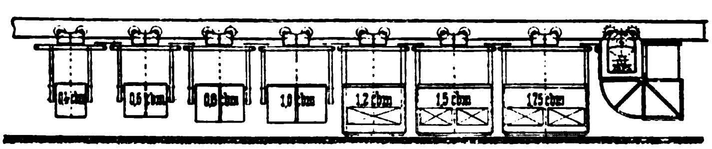


Abb. 130. Beladener Zug.

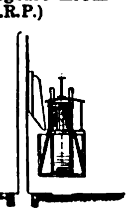


Abb. 131. Lokomotive.

Abb. 129—131. Elektrohängebahn mit Lokomotivbetrieb (A. Koppel, A.-G., in Berlin-Bochum).

[1]) An dieser Stelle sei auch verwiesen auf die Hotop-Transporteure (W. Eckardt & E. Hotop G. m. b. H., Cöln).

d) Durch Vereinigung von b) und c) (Abb. 132) ist es gelungen, stark geneigte Strecken innerhalb einer im übrigen wagerechten Bahn ohne Erhöhung der Motorenstärken zu überwinden, indem man eine sich am Beginn der Steigung selbsttätig mit den Wagen kuppelnde Zugvorrichtung (Seil, Kette) vorsieht, die unter Ausschaltung des Motors die Last über die Steigung zieht (Seilrampenbetrieb) [6].

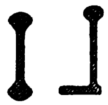


Abb. 133 u. 134. Hängebahnschienen.

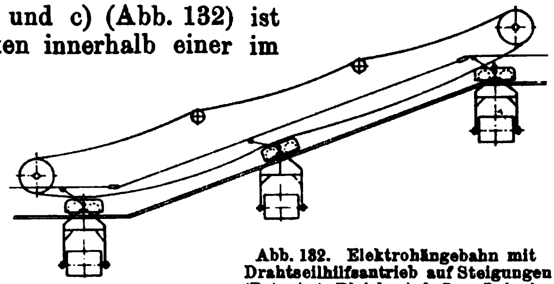


Abb. 132. Elektrohängebahn mit Drahtseilhilfsantrieb auf Steigungen (Patent A. Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis; vgl. Abb. 165).

Zahlentafel 19. Profile für Hängebahnschienen der A. Koppel, A.-G., in Berlin.

Nr.	Höhe mm	Breite des Kopfes mm	Stärke des Steges mm	Gewicht kg/m	Widerstandsmoment cm^3
1	120	28	6	12,8	56
2	120	30	8	14,1	67
3	130	30	8	15,0	78
4	130	32	9	16,5	92
Lasche 1)	70		11	5,7	—

Für Hängebahnen mit Lasten bis etwa 1,5 t zeigen die Abb. 133 und 134 (Zahlentafel 19) vielfach gebräuchliche Schienenprofile. Die Aufhängung der Schienen erfolgt an hölzernen oder eisernen Gerüsten, an Decken oder an Wänden mittels Konsolen u. s. w.; Abzweigungen mit selbsttätig oder von Hand einstellbaren Weichen (s. S. 77, Abb. 187 ff.) oder Schiebebühnen [4], Drehscheiben oder Drehbrücken. Für Lasten von 1,5—10 t und mehr, insbesondere auch bei Elektrohängebahnen, ist die Bahn vielfach aus ⊥- oder I-Eisen gebildet (Abb. 135 und 136), auf deren Ober- bezw. Unterflansch die Motorkatzen laufen. Geschwindigkeiten bis zu 3,5 (5,1) m/sk. Bedienung mittels Fernsteuerung [7] oder durch einen mit der Katze fahrenden Mann, Abb. 140 und 141 sowie Abb. 137 und 138. So hat zum Beispiel zum Transport von Koks und Roheisen das Haus A. Bleichert & Co. in Leipzig eine Elektrohängebahn nach Pavia geliefert, bei der die Katzen ausser einem durch Gleichstrommotoren getriebenen Laufwerk auch noch ein Windewerk mit gleichem Antrieb (Führerhaus) besitzen (Abb. 137). Die stündliche Leistung beträgt 12—15 t, die Länge der Bahn etwa 70 m, die Hubhöhe 9 m. Abb. 138 zeigt eine Pohligsche Konstruktion dieser Art für 3 t-Wagen in grösserem Massstabe. Ferner ist in Abb. 139 eine von A. Bleichert & Co. für die Sächsisch-Thüringische Portland-Zementfabrik Prüssing & Co. in Göschwitz bei Jena ausgeführte Elektrohängebahn für Zementklinker dargestellt. Man erkennt die I-Laufbahn, auf deren unteren Flanschen die mit einer etwa 2,5pferdigen Winde

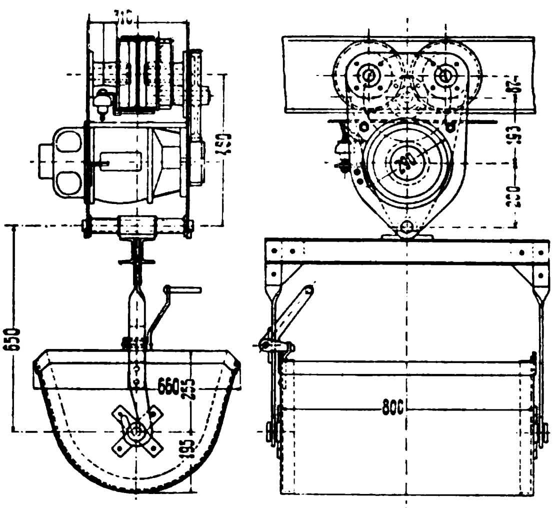


Abb. 135 u. 136. Elektrohängebahn von W. Fredenhagen in Offenbach.

1) Zur Verbindung der meist 7 m langen Schienen.



Abb. 137. Elektrohängebahn in Pavia, gebaut von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

ausgerüsteten Laufkatzen fahren. Jede der beiden Laufkatzen besitzt zwei Fahrmotoren von je $^1/_4$ PS.

Die Hängebahnen bestehen entweder für sich (vgl. Abb. 151 [Carson-Hängebahn] und [8]) oder bilden den Anschluss an Luftseilbahnen (s. d., Abb. 152, und [9]). Für die Hängebahnen kommen in Betracht Wagen von 1—8 hl Kasten-

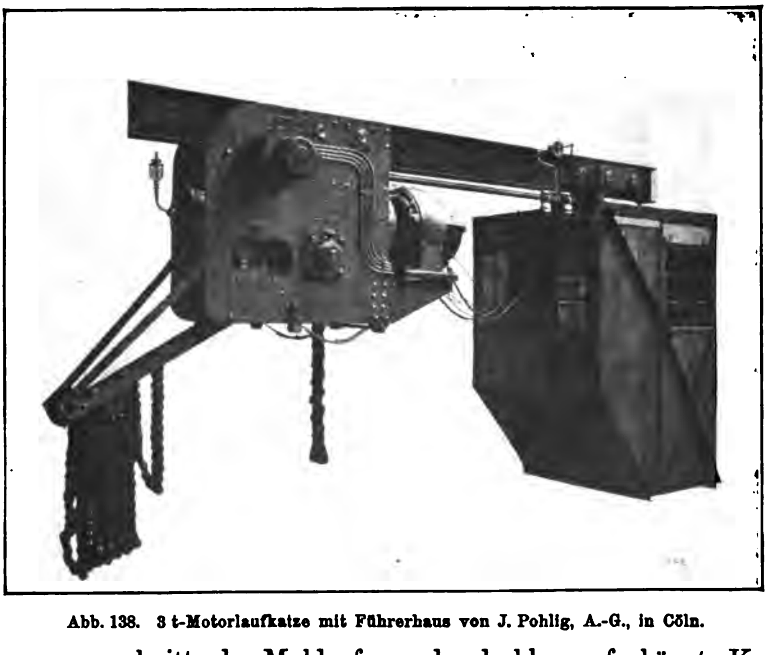


Abb. 138. 3 t-Motorlaufkatze mit Führerhaus von J. Pohlig, A.-G., in Cöln.

inhalt (Trapezquerschnitt oder Muldenform; der drehbar aufgehängte Kasten kann selbsttätig gekippt werden) oder vielgestaltige Wagen für die verschiedensten Sonderzwecke (Säcke, Kisten, Tonnen, Langholz, Scheitholz, Eisenträger, Formsteine u. s. w.), s. S. 79, 80, 84 und [10]. Muldenkipper, Trichterwagen mit Boden- oder



Seitenklappen (Selbstentlader, s. d.), Muldenkörbe für Koksförderung, Giesspfannen-, Etagenwagen u. s. w. — oder auch Greifer (Abb. 140 und 141) bezw. Wagen für schmalspurige Standbahnen (Selbstentlader) u. dergl. (Abb. 139). Die Last bezw. das Gefäss für die Nutzlast hängt entweder fest oder in senkrechter Richtung beweglich am Hängebahnwagen; im letzteren Falle erfolgt

Abb. 139. Elektrohängebahn für Zementklinker in Göschwitz von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

der Hebevorgang von Hand [11] oder (besonders bei den Elektrohängebahnen) mittels einer durch Hubmotor zu betätigende Winde (Abb. 140 und 141). Vgl. a. [12]. Ueber Hängebahnwagenaufzüge s. [13],

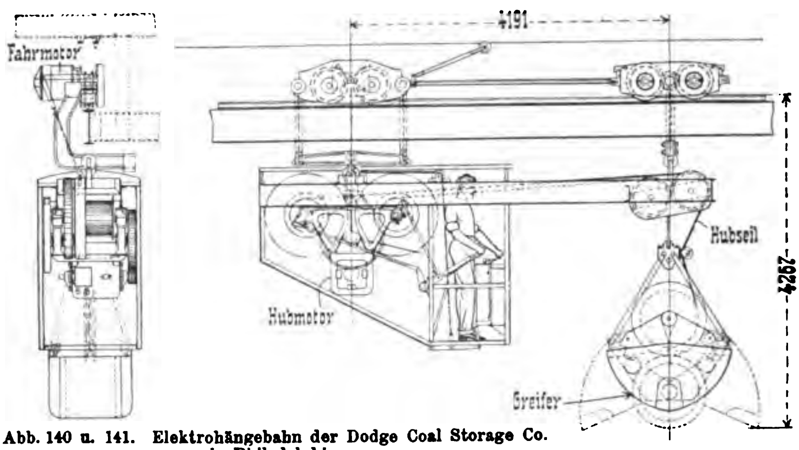


Abb. 140 u. 141. Elektrohängebahn der Dodge Coal Storage Co. in Philadelphia.

über Haufenlagerbetätigung mittels Hängebahnen vgl. Haufenlager und [14]. Bemerkenswert sind die neuesten der Firma Bleichert patentierten[1]) selbsttätigen Füllvorrichtungen für elektrische Hängebahnwagen. Die Form dieser Zubringer hängt im wesentlichen ab von der Gestaltung des Füllrumpfes und von der Art des zu verladenden Gutes. In Abb. 142 und 143 geht der auf den Hängeschienen *R*

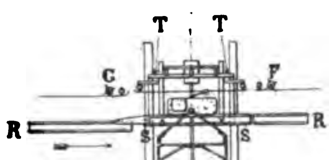


Abb. 142.

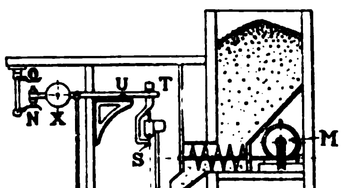


Abb. 143.

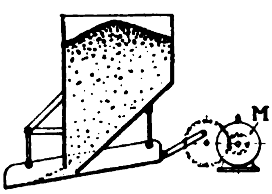


Abb. 144.

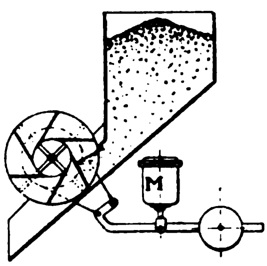


Abb. 145.

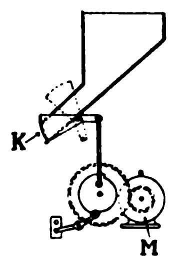


Abb. 146.

Abb. 142—146. Selbsttätige Füllvorrichtungen für Elektrohängebahnen von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

---

1) D. R. P. Nr. 167925.

fahrende Wagen *A* auf ein Schienenstück *S* über, welches in dem Hängebock eines Wagebalkens *T* hängt, der in *U* gelagert ist und dessen rückwärtiges Ende das Gewicht *X* und die beiden Kontakte *O* und *N* trägt. Eine Stange verbindet den Wagebalken *T* mit der Oelpumpe *V*, welche zur Dämpfung der Schwingungen des Wagebalkens dient. In Abb. 143 ist ein Füllrumpf gezeichnet, der mittels einer Transportschnecke abgeschlossen ist, die durch einen Motor *M* in Bewegung gesetzt wird. Während ferner Abb. 144 einen Füllrumpfabschluss durch eine von einem Motor *M* angetriebene Schüttelrinne zeigt, stellt Abb. 145 eine Einrichtung dar, bei der das Gut durch sein eignes Gewicht ein Schaufelrad in Bewegung setzt, das durch einen Bremsmagneten *M* festgehalten wird. Sobald letzterer angezogen wird, löst er das Bremsband, und das Gut setzt sich in Bewegung. Abb. 146 endlich veranschaulicht eine Vorrichtung, bei der die Tasche durch eine Drehklappe *K* abgeschlossen ist. Die Antriebsvorrichtung des Motors *M* muss dabei so angeordnet sein, dass mit ihr eine hin und her gehende Bewegung erzielt werden kann, was mit Hilfe einer Kurbel- und Kurvenscheibe geschieht. Ueber selbsttätige Hängebahnwägevorrichtungen (Reuther & Reisert in Hennef a. Sieg) s. [15], vgl. a. S. 85.

Besonders hingewiesen sei an dieser Stelle auf die überaus wichtige Verwendung der Hängebahnen:

1. Bei Schlachthäusern.

Die Abb. 147—149 [16] zeigen die von Unruh & Liebig in Leipzig bereits im Jahre 1887 für den damals neuerbauten Schlachthof in Leipzig zuerst für Schlachthofbetrieb eingerichtete Hängebahn für geschlachtete Rinder in Hälften. Später wurden die städtischen und Innungsschlachthöfe zu Barmen, Görlitz, Gnesen, Zwickau, Meissen, Limbach i. S. u. s. w. damit versehen, und die Konstruktionen haben sich aufs beste bewährt.

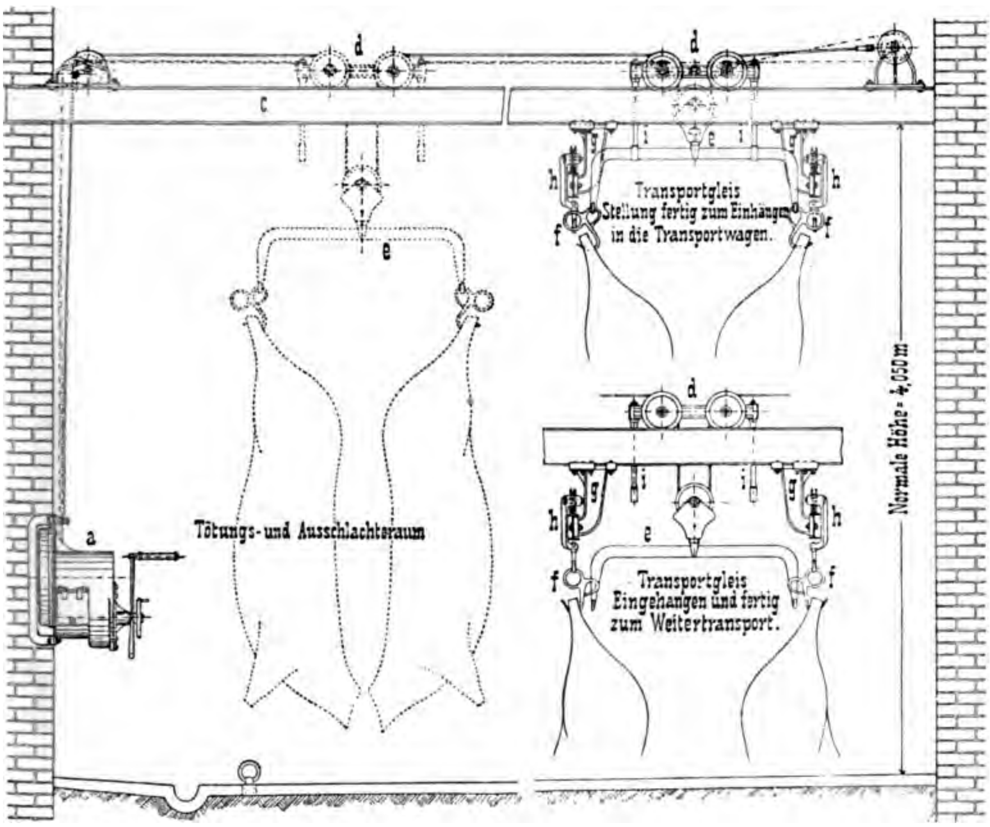


Abb. 147 u. 149. Querschnitt durch die Schlachthalle.
Abb. 147—149. Hängebahn für Rinderschlachthallen von Unruh & Liebig in Leipzig.

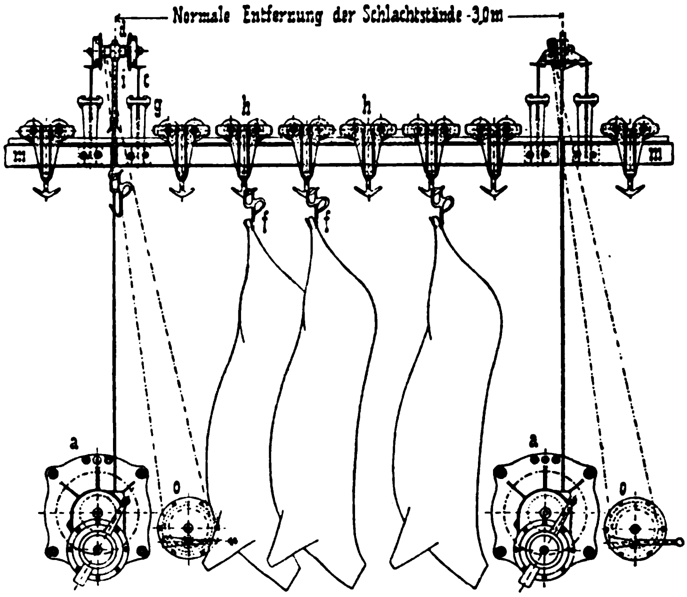


Abb. 148. Schnitt längs durch die Schlachthalle.

Bei den ersten derartigen Hängebahnen bestand der Uebelstand, dass eine grosse Anzahl auf zwei Gleisen laufender Wagengestelle zur Aufnahme der Spreizen mit den Rinderhälften zur Verwendung gelangten, was zwar keinen Einfluss auf die Betriebssicherheit, wohl aber auf die Preisfrage ausüben musste. Bei den neueren Konstruktionen kommen diese vierrädrigen Fahrgestelle sowie eine grosse Anzahl Schlachtspreizen in Wegfall. Damit ist ein Transportsystem geschaffen, welches grosse Vorteile aufweist. Das Ablegen und Fahren geschieht folgendermassen: Nachdem das Rind getötet auf dem Boden liegend zum grössten Teile enthäutet ist, wird es mit der Winde *a* hochgehoben und fertig geschlachtet. Das Hochheben erfolgt dann so weit, bis die Spreize in den beiden Gabeln *i* festsitzt (Abb. 147 und 148). Hierauf wird das fertig geschlachtete Rind mittels der Quertransportvorrichtung *c* und der Laufkatze *d* zwischen die beiden Gleise *m* geschoben, wie die Stellung in Abb. 148 angibt; es


Abb. 150. Hängebahn der Link Belt Engineering Co. in Philadelphia zum Transport von Fleisch aus den Schlachthäusern zu den unteren Gefrierabteilungen.


Abb. 151. Hängebahn von Carson in Boston.

stimmen dann die Aufhängehaken *f* mit den Haken der Laufkatze *h* in der Höhe überein. Da diese Laufkatzen mit Haken nach beiden Seiten versehen sind, werden die beiden

nächstliegenden fest herangeschoben, bis sie anstossen und demzufolge ihre Haken sich in die runden Oesen der unteren Haken *f* mit Sicherheit geschoben haben. Hierauf wird mittels Winde das Rind samt Schlachtsteg niedergelassen; die Laufkatzen mit beiden Rinderhälften sind nun transportbereit (Abb. 149). Die Laufwagen sind so eingerichtet, dass sie durch sehr kleine Kurven fahren können. Für das nächste auszuschlachtende Rind in dem betreffenden Schlachtstande wird dann die Laufkatze mit Spreize zurückgeschoben. Auf diese Weise ist es möglich, dass bei flottem Betriebe auf einem Schlachtstand stündlich zwei Rinder getötet, ausgeschlachtet und fortgefahren werden können; auf dem Schlachthof in Leipzig zum Beispiel werden an den Hauptschlachttagen Montag und Donnerstag an 26 Winden in 6—8 Stunden über 300 Rinder geschlachtet, fertiggestellt und fortgefahren. Die mit dieser Transportvorrichtung eingerichteten Schlachthallen brauchen demnach wegen der grossen Leistungsfähigkeit der Winden und Transportanlage räumlich nicht gross bemessen zu werden, wodurch nicht unbedeutende Ersparnisse an Baukosten erzielt werden. Die Transporteinrichtung lässt sich bequem mit 1, 2, 3, 4 und mehr Fördergleisen ausführen.

Abb. 150 zeigt eine amerikanische Anlage, bei der eine Hängebahn benutzt wird zum Befördern geschlachteten Viehes in tiefergelegene Räume des Schlachthauses.

2. Hängebahnen bei Tiefbauten,

d. h. mechanische Vorrichtungen zum Ausheben und Verfüllen von Baugruben für Rohrleitungen, Siele u. s. w., sind insbesondere gebaut von H. A. Carson in Boston, von der Brown Hoisting Co. in Cleveland u. a. [17]. Diese Maschinen sind in den Vereinigten Staaten von Nordamerika deshalb so verbreitet, weil die Ausführung der Bauarbeiten ohne die bei uns oft überaus unangenehm fühlbare Störung, ja sogar nicht selten langanhaltende Sperrung des öffentlichen Strassenverkehrs vor sich geht, Abb. 151. Bei uns zulande wird mit einem bekanntlich sehr geringen Nutzeffekt und überaus langsam und teuer meist von



Abb. 152. Verladebrücke der Vivero Iron Co., London, in Spanien von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

Hand ausgeschachtet, gefördert und verfüllt, und zwar in der Querrichtung; durch jene Maschinen geschieht das in grösseren Mengen schnell und billig in der Längsrichtung.

3. Hängebahnen auf Verladebrücken.

Die in Abb. 152 veranschaulichte, von Bleichert & Co. erstellte Verladevorrichtung in Vivero (Spanien) dient dazu, Eisenerze aus grossen, an einem Bergabhange gebildeten Vorratsrümpfen in Seeschiffe zu verladen. Da die Schiffe am Ufer nicht anlegen können, so ist unter Benutzung eines kleinen Felsens im Meere eine insgesamt 120 m lange und vom mittleren Unterstützungspunkte aus 45 m frei vorkragende eiserne Verladebrücke errichtet worden, an deren freiem Ende die Seeschiffe anlegen und mittels einer teleskopartig sich verlängernden und verkürzenden Verladeschurre beladen werden können.

Die über diese Brücke und das abfallende Ufer bis zu den Vorratsrümpfen führende Drahtseilbahn hat eine Länge von 200 m und ein Gefälle von 20 m. Letzteres genügt, um auf der Anlage einen selbsttätigen Betrieb zu erzielen.

Die Laufbahnen sind durchweg aus Hängebahnschienen gebildet, die in leichten Eisengerüsten gelagert sind. Der Betrieb ist stetig und für eine stündliche Leistung von 250 Wagen zu je 1000 kg = 250 t berechnet. Bei dieser Leistung muss alle 14 sk ein Wagen abgesandt werden, was nur durch die Verwendung eines selbsttätigen Backenklemmapparates möglich geworden ist. Die Seilbahnwagen werden unmittelbar aus den Vorratsrümpfen beladen; letztere werden durch eine Zuführungsdrahtseilbahn von 4,5 km Länge und 300 m Gefälle stetig gefüllt. Die Entleerung der Wagen erfolgt unmittelbar in die Rutsche, über welche die Erze in die Schiffe gelangen; diese Rutsche bildet die einzige Verbindung zwischen Verladebrücke und den Schiffen, so dass letztere auch bei etwas Seegang anlegen und bei mittlerem Fassungsraum innerhalb eines Tages beladen werden können (vgl. T. H., I, S. 91 und T. H., II, S. 40).

Weiteres über Hängebahnen s. a. unter Fabrikbahnen.

Literatur: [1] bis [19] der Luftseilbahnen. — [2] v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ., 1906, S. 354 ff. — [3] Ders., ebend. S. 353, sowie Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1908, S. 121 ff. — [4] Buhle, „Stahl und Eisen" 1908; vgl. auch ebend. 1907, S. 1446, Abb. 2 (Rheinhausen, Krupp), ferner Elektrotechn. Zeitschr. 1907, S. 1134. — [5] Buhle, Deutsche Bauztg. 1904, S. 527, und Dieterich, Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1719 ff., und Dingl. Polyt. Journ. 1904, 8. Heft. — [6] Buhle, Deutsche Bauztg. 1906, S. 243 ff. — [7] Ders., ebend. S. 243. — [8] Ders., Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 90; ebend. 1900, S. 78 ff. (Temperley-Transporteur; vgl. auch Hochbahnkran). — [9] Ders., T. H., I, S. 91 bezw. Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1095. — [10] Abt, Handb. der Ing.-Wissensch., Bd. 5, 8. Abt., Leipzig 1901, S. 131, und Rasch, Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1528 und 1772; ferner Dieterich, Zeitschr. für chemische Apparatenkunde (Elektrische Transporte für chemische Fabriken), 1. Jahrg., Nr. 8 und 9; desgl. Buhle, T. H., III, S. 77: Fahrbare Hängebahnen für Kokstransport auf Gasanstalten (von Bleichert) und Elektrische Bahnen und Betriebe 1904, S. 115 ff.: Trägertransporteur von Kolben, Prag. — [11] v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 374 (Flaschenzug, Berlin-Anhalter Maschinenbau A.-G.); desgl. gebaut von A. Koppel, A.-G., Berlin. — [12] Buhle, Deutsche Bauztg. 1904, S. 527; „Stahl und Eisen" 1906, S. 650 ff.; v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 373 ff. (Beck & Henkel, Cassel). — [13] Buhle, T. H. I. S. 114 und 117, Fig. 58 (Bamag). — [14] Ders., ebend. III, Tafel I, Fig. 58 und S. 238; ferner „Hütte", 19. Aufl., 2. Teil, S. 688, und Zeitschr. des Vereins deutsch. Ing. 1904, S. 1772; 1906, S. 1463 ff. (B. E. Eggers, Hamburg). — [15] Ders., T. H., II, S. 142 ff. [16] Ders., T. H., II, S. 82 ff. — [17] Ders., ebend. I, S. 95 ff., III, S. 61 ff., sowie Zeitschr. des B. 1900, Nr. 59.

β) **Luftseilbahnen** (Drahtseilbahnen) können, wie bereits auf S. 20 angedeutet war, getrennt werden in **I. Standbahnen**, d. h. bodenständige Gleisseilbahnen, die einesteils (wie die Zahnradbahnen) zu den Steilbahnen (s. Abb. 50 auf S. 26) gehören, andernteils (bei vorwiegend Vollspur) zu den Rangierseilbahnen (s. S. 21 ff.), (bei vornehmlich Schmalspur) zu den Grubenbahnen (s. d.), Kabelbahnen (s. d.; vgl. a. Kettenbahnen) u. s. w. gerechnet werden, und II. in **Schwebebahnen**, d. h. schwebende oder Luftseilbahnen.

Von letzteren soll nachstehend ausschliesslich die Rede sein; im übrigen vgl. a. Hängebahnen, Greifer, Haufenlager, Kübel und Massen-

transport bezw. Krane für Massentransport (insbesondere auch Kabelhochbahnkrane).

Während die Hängebahnen (für Hand- und mechanischen Betrieb) mehr für das Innere von Fabriken bezw. zur Verbindung einzelner Fabrikgebäude, d. h. für den **Nah**transport, dienen, werden die Luftseilbahnen zur Güterbeförderung schon bis auf recht beträchtliche Entfernungen (über 40 km) verwendet und bilden daher den Uebergang zu den **Fern**transportmitteln, d. h. den bodenständigen Eisenbahnen; zugleich aber auch in gewissem Sinne zu den stetig fördernden Transportmitteln.

Bei den **schwebenden Seilbahnen** (Luftbahnen, Luftseilbahnen, Schwebebahnen, schwebenden, hängenden oder fliegenden Draht- und Seilbahnen oder Fabrikbahnen [s. d.] u. s. w.), Abb. 153—159 [1], sind die festen (bodenständigen) Gleise ersetzt durch Laufbahnen, die aus einem oder mehreren in der Luft gespannten Drähten oder Drahtseilen (Trag- oder Laufseilen) bestehen (Abb. 160 und 161) [2].

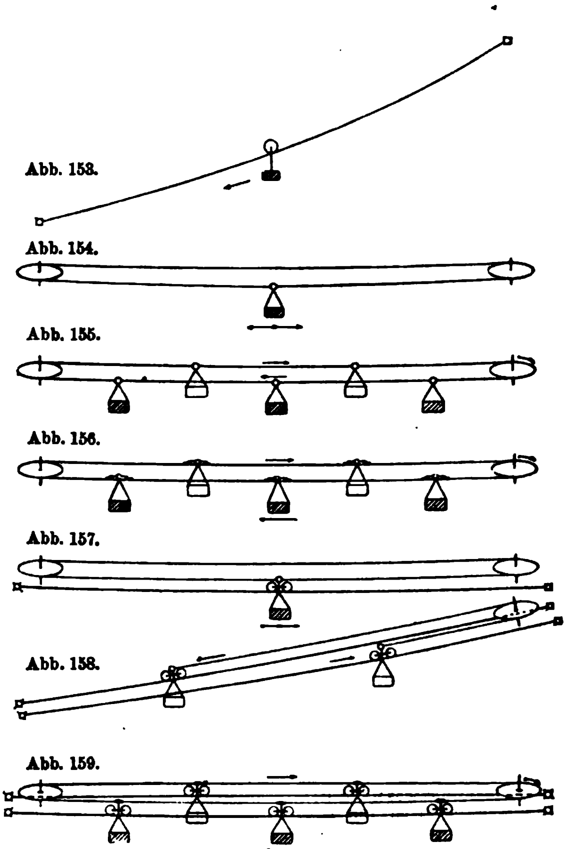


Abb. 153—159. Schwebende Seilbahnen.

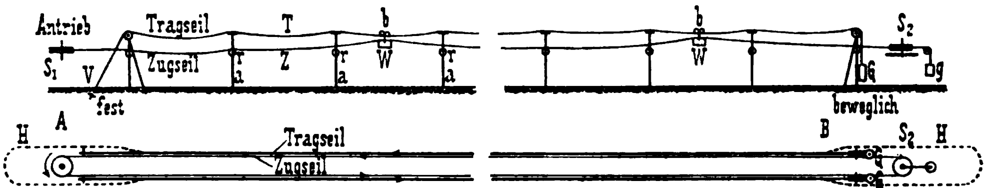


Abb. 160 u. 161.
Schema einer Luftseilbahn mit endlosem Zugseil.
AB Endstationen. *G* Gewichte. *H* Hängebahnen (Zubringer). S_1 S_2 Scheiben. *T* Trag- oder Laufseile. *V* Verankerung. *W* Förderwagen. *Z* Zugseil. *a* Stützen. *b* Wagenrollen. *g* Spannvorrichtung. *n* Antriebsmotor. *r* Stützrollen für das Zugseil.

Das eine Ende ist fest verankert, während das andre durch Winden, Spannschrauben, selbsttätig wirkende Vorrichtungen oder dergl. angespannt wird; im übrigen schweben sie frei und werden an geeigneten Stellen durch Unterstützungen getragen. Die meist als Förderkübel (s. d.) ausgebildeten Wagen erhalten ihre Bewegung a) durch die Schwerkraft (Abb. 162 und 163) [3] — vgl. a. Gefällebahnen, Schwerkraftbahnen und Rutschen — oder b) durch Zugseile oder c) bei den Elektroseilbahnen (Abb. 164) [4] durch Vermittlung von Elektromotoren (s. Hängebahnen, bezw. ebend. Elektrohängebahnen,

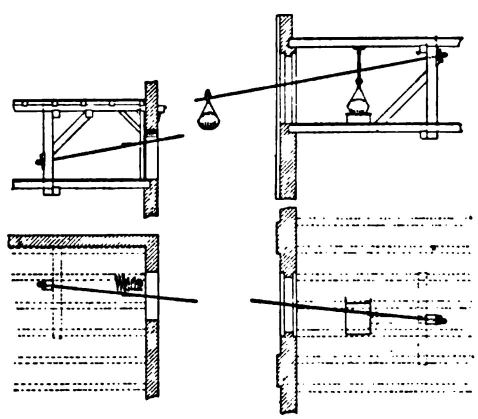


Abb. 162 u. 163. Sacktransporteur von Kapler in Berlin.

Telpherbahnen [4]) bezw. d) unter gewissen Umständen bei Drahtseilhilfsantrieben durch Vereinigung von b) und c) (Abb. 165; s. Hängebahnen [Abb. 132]).

Der wachsende Bedarf an Rohstoffen sowie die damit verbundene Zunahme an Abfällen (s. Haufenlager, Haldenseilbahn [5]) innerhalb der Grossbetriebe der gesamten Industrie (Zement-, Ton-, Salz-, Sand-, Stein-, Ziegeleiindustrie, Holzgewerbe, chemische Fabriken, Brikett-, Zuckerfabriken [Rüben] u. dergl.; vor allem im Berg- und Hüttenwesen [s. Hüttenwerke], besonders in der Eisenindustrie) führte insbesondere auch zur Vervollkommnung der (in hervorragendem Masse zuerst in Deutschland entwickelten [s. unten]) **schwebenden Drahtseilbahnen**, wo es sich um die mechanische, unbedingt zuverlässige und in Anlage wie Betrieb billige Beförderung grosser Mengen von Massengütern (selten von Menschen [6]) auf weitere Entfernungen [7] handelte. Zu den Bedürfnissen der Bodenentlastung und einer kurzen Baufrist kommen bei den schwebenden Seilbahnen in erhöhtem Masse die Forderungen nach niedrigen Grunderwerbs- bezw. Mietkosten (sehr oft ausschlaggebend für die Wahl der Luftseilbahnen) und nach Unabhängigkeit von der Form und Lage des Geländes (Ueberschwemmung, Schnee u. s. w.); man unterscheidet hiernach wohl a) Drahtseilbahnen im ebenen (bezw. etwas hügeligen) Gelände [8] und b) Gebirgsdrahtseilbahnen (Abb. 166) [9]. Besonders vorteilhaft erscheint die Vereinigung der (zuerst vornehmlich in Amerika ausgebildeten) Verladevorrichtungen (Hunt-Elevator [s. d.] [10] Krane für Massentransport [s. d.], Hochbahnkrane, Kabelhochbahnkrane [Abb. 402] [11], u. s. w.) mit Seilbahnen beim Löschen und Ueberführen von in Schiffen ankommenden Massengütern nach entfernt gelegenen Lagerplätzen oder Verbrauchsstellen; das sind c) Drahtseilbahnen zum Be- und Entladen von Schiffen (s. Drehkrane, Haufenlager und [12]) und d) maschinelle Hängebahnen (Verladekrane [13], Gichtseilbahnen [14], Schrägaufzüge [s. d.] u. s. w.).



Abb. 164. Elektroseilbahnwagen mit zwei Fahrmotoren von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

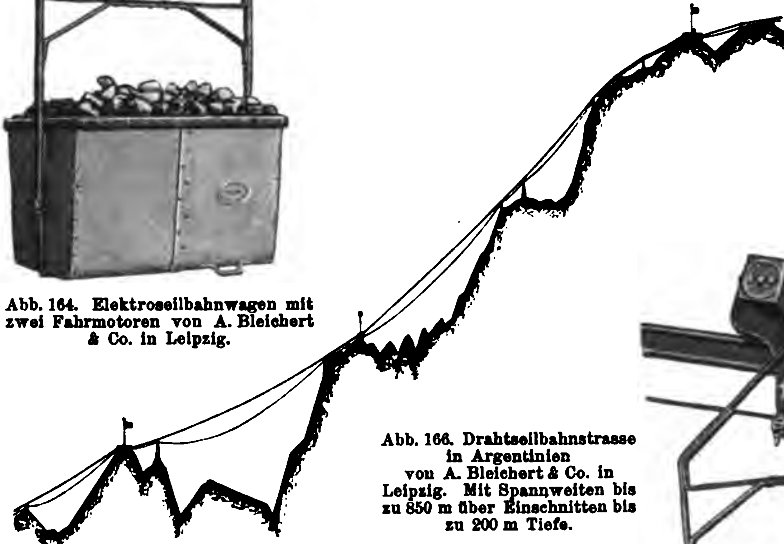


Abb. 166. Drahtseilbahnstrasse in Argentinien von A. Bleichert & Co. in Leipzig. Mit Spannweiten bis zu 850 m über Einschnitten bis zu 200 m Tiefe.



Abb. 165. Elektrohängebahnwagen mit Fahrmotor und Unterseilkupplung für Seilrampenbetrieb von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

Nach der Art des Betriebes lassen sich folgende Hauptarten von schwebenden Seilbahnen unterscheiden (Abb. 153—159) [1]:

a) Riesen nach Abb. 153, die aus einer Laufbahn bestehen, auf der die an einem Laufwerk hängende Last durch ihre eigne Schwere abwärts fährt (vgl. Schwerkraftbahnen);

b) Seilbahn nach Abb. 154, die aus einem endlosen (geschlossenen) Zugseil besteht, an dem ein Kübel (s. d.) befestigt ist (Pendelbetrieb);

c) endloses Zugseil mit mehreren in bestimmten Abständen befestigten Fördergefässen; stetiger Betrieb, — amerikanische Bauart (Abb. 155);

d) geschlossenes Seil nach Abb. 156, auf dem mit Klemmsätteln versehene Wagen sitzen, — englische Bauart;

e) ein Trag- oder Laufseil und ein an einem endlosen Zugseil befestigter, zwischen den Endpunkten pendelnder Wagen (Abb. 157);

f) zwei Tragseile und zwei durch ein offenes Zugseil verbundene Wagen (kurze Strecken von etwa 120—250 m — oft Wasserballast) (Abb. 158);

g) zwei Tragseile, endloses Zugseil, Wagen mit Kupplungsvorrichtungen, Wagenzahl nach Bedarf, stetiger oder Ringbetrieb. **Deutsche** Bauart (Abb. 159).

Hier seien unterschieden:

I. Schwebende Drahtseilbahnen mit unterbrochenem Betrieb (Draht- und Seilriesen).

Sie vertreten die einfachsten Seilbahnformen und dienen nur zur Bergabförderung (Abb. 153).

Man kann sie einteilen (nach [15]) in:

a) Eingleisige Riesen.

Eine feste Laufbahn, auf der die Wagen frei (d. h. ohne Geschwindigkeitsregelung) oder an einem bremsbarem Zugseil befestigt (d. h. mit Geschwindigkeitsregelung) abwärts laufen.

Besteht die Laufbahn aus verlöteten Eisen- oder Stahldrahtstücken von ~ 30 m Länge und 6—12 mm Durchmesser, so dient sie zur Förderung von Einzellasten, wie Reisig, Scheitholz, Säcken (Abb. 162) [3] u. s. w.; Stoss am Ende vielfach durch Erd- oder Faschinenpuffer aufgenommen. Die Wagen sind mit einfachen Haken versehene Gleitsättel oder Rollen (je nach der Bahnneigung); die leeren Wagen werden in bestimmten Zeiträumen in grösserer Zahl mit einem schwachen Seil hochgezogen. Für grössere Lasten bildet die Laufbahn ein Drahtseil von 15—40 mm Durchmesser; Wagengeschwindigkeit 4—6 m/sk. Vgl. a. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1808 ff.

b) Doppelgleisige Riesen.

Abwechselnder Betrieb mit zwei gleichstarken Parallellaufbahnen, zwei Seilbahnwagen und geschlossenem Zugseil, das in der oberen Station seine Bremsvorrichtung, in der unteren seine Spannvorrichtung erhält. Wagengeschwindigkeit $v = 4 - 6$ m/sk, Wageninhalt F in der Regel bis 600 kg, bei Holzförderung bis 2000 kg in Doppelgehängen (~ Abb. 205, 206 und 224, 225). — Bezeichnet ferner L die Bahnlänge in m, so ist die Leistungsfähigkeit: $\frac{0{,}9\,(3600 \cdot F \cdot v)}{L}$ kg/st. Ist bei grösserer Bahnlänge diese Leistung nicht genügend, so kann sie durch Einschalten von Zwischenstationen vergrössert werden. Diese Bauart ist schon bei 8% Gefälle anwendbar; bei genügend grossem Gefälle können Spannweiten von 500 m und mehr überwunden werden. Häufige Verwendung in der Schweiz, Tirol und Oberitalien.

II. Schwebende Drahtseilbahnen mit stetigem Betriebe.

Sie sind in beliebigem Gelände zu verwenden.

a) Ausländische Seilbahnbauarten (England, Amerika, Frankreich).

Keine festliegende Laufbahn, sondern ein in Bewegung befindliches Tragseil, auf dem die Wagen mittels Sätteln hängen, und durch das sie von einem Bahnende bis zum andern fortgeführt werden (Abb. 155 und 156). — Seil in Litzenform [16], an den Endstationen um wagerechte Seilscheiben geführt, mit Antrieb und Spannvorrichtung versehen. Da das Seil gleichzeitig als Tragseil und Zugseil dient, so wird es ungünstig beansprucht, daher verhältnismässig grosser Seilverschleiss. Ausserdem ist die Verbindung der Wagen mit dem Seile viel-

fach nicht sicher; bei grösseren Seilneigungen, bei Regen, Schnee und Glatteis rutschen die Wagen leicht. Deshalb nur für kleine Einzellasten (bis ~ 200 kg) und geringe Gesamtleistung in wenig gebirgigem Gelände anwendbar [17].

1. Die Bauart von Hodgson.

In England ~ 1867 entstanden, ausgeführt von der Bullivant Co., Ltd., in London (Abb. 167). Auf den Stützen *p* läuft das Seil auf Rollen *r*; die Kübel *W* pendeln an dem Gehänge *g*. Schlitten *s* (mit Holz oder Kautschuk gefüttert) liegen auf dem Seil *k* und werden durch Reibung mitgenommen. Bei *p* gehen die Schlitten *S* über die Rollen *r*. Die Rollen *n* haben den Zweck, an den Endstationen oder bei Weichen, wo die Wagen das Seil verlassen, ihren Uebergang auf Hängeschienen zu vermitteln. Grösste Neigung der Bahnlinie 1 : 7, Stützenabstand meist kleiner als 60 m, nur selten 100 (150) m. Wagengewicht ~ 50 kg, Nutzlast bis etwa 150 kg. Fördergeschwindigkeit rund 4 m/sk; Leistung etwa 15 t/st. Ueber Antriebsleistung, Zahl und Form der Kübel s. [16].

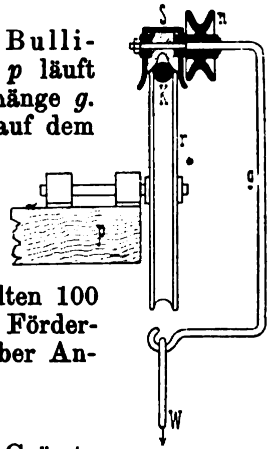


Abb. 167. Luftseilbahn von Hodgson.

2. Die Bauart von Roe.

Ausgeführt von dem Ropeway Syndicate in London: Grösste Neigung 1 : 2,5 (1 : 2), üblicher Stützenabstand ~ 100 m, grösste Spannweite bei Einschnitten u. dergl. 200 (bis 600) m. Unterstützung durch pendelnde Tragrollen [18]. Einzellasten bis zu 600 kg;

bei Einzelnutzlasten von . . .	100—150	200	350	500 kg
Fördergeschwindigkeiten rund .	4	3	1,5	1 m/sk.

Leistung bis 50 t/st. In den Endpunkten laufen die Wagen mit Laufrollen auf Hängebahnschienen (Abb. 168 und 169). Ueber die Antriebe, Seilspannungen, Unterstützungen u. s. w. s. [18]; über amerikanische Seilbahnen, unter denen ausser den Bauarten der bereits erwähnten Telpherage Co. (vgl. S. 66) die von Hallidie, Trenton, Brown und Lidgerwood die bekanntesten sind, vgl. a. [19].

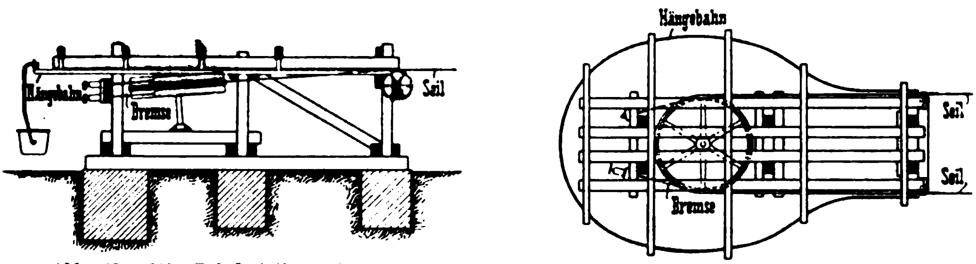


Abb. 168 u. 169. Beladestation mit Bremsvorrichtung einer Seilbahn englischen Systems (Bauart Roe).

3. Die Bauart von Gourjon.

Besonders verbreitet in Frankreich, woselbst eine der bedeutendsten Seilbahnfirmen, das Haus A. Teste, Moret & Co. in Lyon, ist. — Wagen mit dem Seil durch Muffen oder Stahlband (Abb. 170 und 171) fest verbunden (in sehr hügeligem Gelände; vgl. a. die Universalklemmvorrichtung von O. Neitsch in Halle [20]). Be- und Entladung von Hand während der Bewegung, daher Fördergeschwindigkeit nur 0,8—1,1 m/sk und Einzelladung klein (~ 50 kg). Leistung bis zu 6 t/st. Abheben des Seiles durch Druckrollen verhindert.

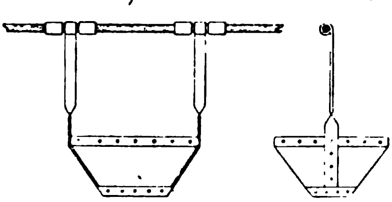


Abb. 170 u. 171. Luftseilbahn nach Gourjon.

Ceretti & Tanfani in Mailand geben (nach Abt [1]) für Bahnen englischer Bauart bei Längen bis zu 4 km — (*L* bedeutet Kilometer in Tafel 20) — bei einer grössten Tagesfördermenge von 20 t bei geringen Steigungen folgende

Zahlentafel 20:

Fördermenge in t/st	Erforderliche PS. für wagerechte Bahn	Kosten in ℳ
5	2,5 L	$L \times 5200 + 2000$
10	4,0 L	$L \times 6000 + 2800$
15	6,0 L	$L \times 6800 + 3600$
20	8,5 L	$L \times 7600 + 4400$

b) Deutsche Seilbahnbauarten.

Allgemeines: Meist zwei feste, gleichlaufende, in 1,5—3 m Entfernung voneinander gelagerte Laufbahnen (Abb. 159—161); die eine für den Hingang der beladenen, die andre für den Rückgang der leeren Wagen; ein bewegtes Zugseil und die in regelmässigen Abständen auf der freien Strecke folgenden Wagen, die in den Endstationen während der Bewegung des Zugseiles ein- und ausgekuppelt werden.



Abb. 172. Spiraltragseil mit runden Drähten.



Abb. 173. Spiraltragseil mit verschlossenen Drähten.

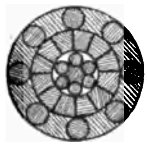


Abb. 174. Halbverschlossenes Seil.



Abb. 175a. Simplexseil, Bauart Ellingen (Pohlig).



Abb. 175b. Simplexseil mit Kern.

Laufbahnen: α) aus Rundeisen, β) (besser) aus Drahtseilen.

α) Rundeisenlaufbahnen, nur bei geringen Leistungen und kleinen Wagenbelastungen zu empfehlen. Aus Rundeisenstangen von 25—35 mm Durch-

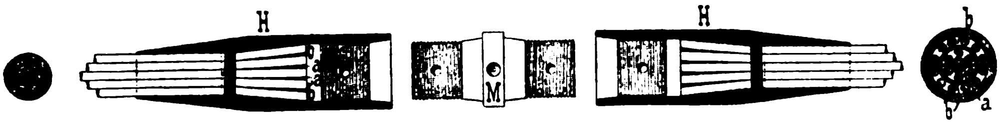


Abb. 176—180. Bleichertsche Ringkeilkupplung.

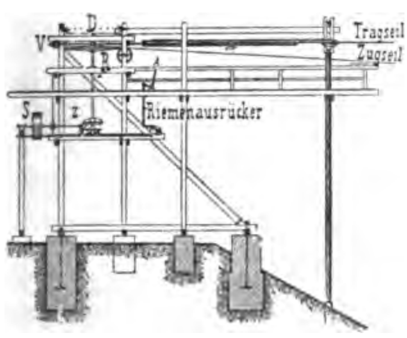
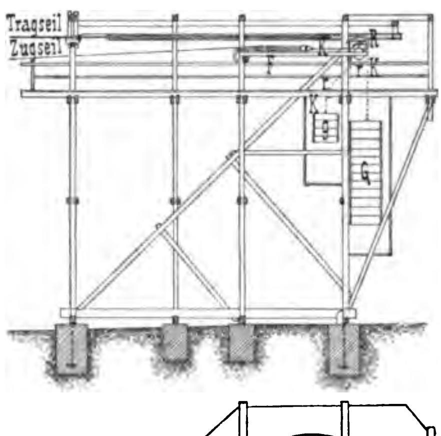


Abb. 181. Beispiel für die Verankerung von Tragseilen. V Verankerung des Tragseiles. R Antriebscheibe mit $D = \sim 1{,}5$—3,5 m Durchm. S Riemenscheibe. Z Zahnrädervorgelege.



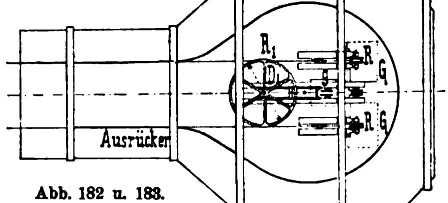


Abb. 182 u. 183. Beispiel für Spannvorrichtungen für Trag- und Zugseile. G Spanngewichte für die Tragseile. R Rollen für die Tragseile. K Ketten für G und g. g Spanngewicht für das Zugseil. R_1 Scheibe für das Zugseil ($D_1 = 1{,}5$—3 m Durchm.). F Schlittenartige Führung für R_1. r Rollen für die Kette K von g.

messer bis zu Längen von 100 m zusammengeschweisst, die Teile durch Zwischenkupplungen verbunden. An dem einen Ende fest verankert, an dem andern mit etwa einem Sechstel der Zugfestigkeit gespannt. Stützenentfernung 25—30 m.

β) Trag- oder Laufseile, je nach der Grösse der Stützenentfernung und der Förderlast, für die beladenen Wagen mit rund 20—40 mm Durchmesser, für die leeren mit etwa 15—30 mm Durchmesser.

Nach **Felten & Guilleaume** in Mülheim a. Rh. werden verwendet: 1. Spiralseile (Abb. 172), 19- oder 37-drähtig aus Stahldraht bester weicher Art mit 5500—6000 kg/qcm Bruchfestigkeit bezw. aus bestem Patent-Gussstahldraht bis zu 14500 kg/qcm Bruchfestigkeit. 2. Patentverschlossene und halbverschlossene Drahtseile (Abb. 173 und 174) [21] aus Stahldraht von 5500 bis 6000 kg/qcm Bruchfestigkeit bezw. Gussstahldraht von 9000—10000 kg/qcm Bruchfestigkeit. 3. Hohle Simplexseile (nicht gut) und solche mit Kern (Abb. 175a und 175b). Im übrigen vgl. Luegers Lexikon, 2. Aufl., Drahtseile, Bd. 3, S. 37 ff. und [22]. — Lötstellen dürfen in den Drähten nicht vorkommen; man stellt die Tragseile in möglichst grossen Einzellängen (150—500 m) her und verbindet die einzelnen Stücke durch Zwischenkupplungen. Diese werden zweckmässig ohne Verlöten aufgesetzt, damit sich in den Kupplungshülsen an den Seilen nicht Rost bildet, der den Betrieb gefährdet. Bei der Bleichertschen Ringkeilverbindung (Abb. 176—180) D.R.P. Nr. 41588 wird bei Zwischenkupplungen jedes Seilende zunächst mit einer konischen Stahlhülse *H* und mit ringförmigen in das Seil eingetriebenen Eisenkeilen begabt; die Hülsen werden durch ein mittleres Schraubenschloss (Muffe) *M* verbunden. Als Rostschutz der Seile wird Teer bezw. zugleich zur Verminderung der Widerstände Seilschmiere verwendet (Schmiervorrichtungen, vielfach selbsttätig [s. unten]). — Die **Laufseile**

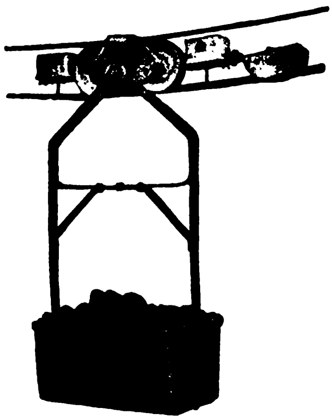
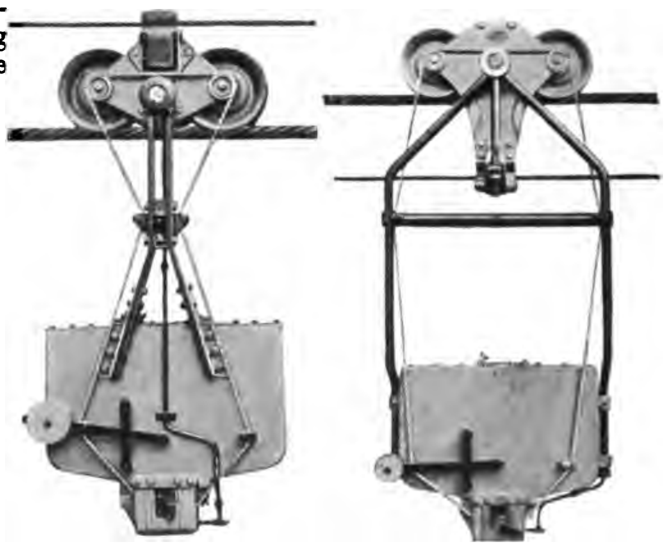


Abb. 184. Schmierwagen (Tragseile) für kürzere Strecken (A. Bleichert & Co. in Leipzig).



Obenliegendes Zugseil. Untenliegendes Zugseil.
Abb. 185 u. 186. Schmierwagen für längere Strecken (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

werden an dem einen Ende fest verankert (Abb. 181) und am andern durch freischwebende, an Ketten hängende und über Rollen auf die Seile einwirkende Gewichte stets gleichmässig gespannt (Abb. 182 und 183). End- und Spannkupplungen grundsätzlich ähnlich den Zwischenkupplungen. Ausserdem bei grösserer Bahnlänge (etwa von 1500—2000 m an) zum raschen und sicheren Ausgleichen der Spannungsunterschiede auf der freien Bahnstrecke selbsttätig wirkende Spannvorrichtungen. Statt der früher an den Knickstellen gebrochener Bahnlinien erforderlichen **Winkelstationen** [23] werden heute bei nicht sehr langen Bahnen (unter 5 km) vielfach Kurvenstationen angeordnet, die ohne Teilung des Zugseilbetriebes selbsttätig von den Seilbahnwagen durchfahren werden (Halbmesser der Kurven etwa 25—40 m; 5—9 Ablenkungsscheiben von etwa 1,5—2 m Durchmesser). — In ~ ebenem Gelände werden ununterbrochene Drahtseilbahnlängen bis zu 10 km ausgeführt. Zur **Schmierung der Tragseile wie auch der Zugseile** wird ein vollkommen säurefreies Mineralöl benutzt, das durch selbsttätig wirkende Schmiervorrichtungen den Seilen zugeführt wird. Für die Tragseilschmierung wird für kürzere Strecken ein Apparat verwendet (Abb. 184) mit einem hochliegenden Oelbehälter mit Regulierhahn, aus dem das Oel tropfenweise auf das Seil gelangt, während sich für grössere Bahnlängen eine Vor-

richtung (Abb. 185 und 186) empfiehlt mit einer vom Wagenlaufwerk betriebenen Oelpumpe und grossem Oelgefäss, das genügend Oel für einmalige Schmierung des Tragseiles auch der grössten Bahnstrecke enthält (während des Stillstandes des Wagens keine Oelverschwendung). Als **Weichen**, die den Uebergang der Wagen von einem auf das andre Laufseil bezw. nach den Belade- und Entladestellen meist auf **Hängebahnen** vermitteln, verwendet das Haus Bleichert in

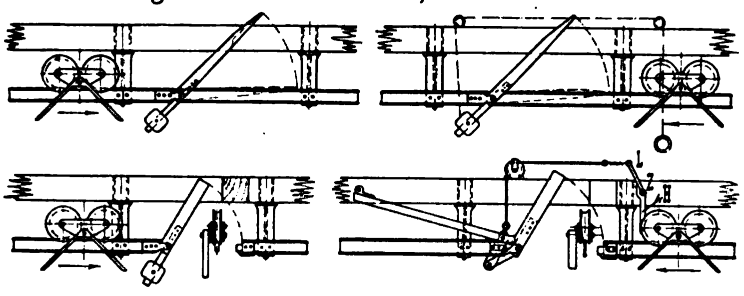


Abb. 187—190. Klappweichen für Hängebahnen von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

der senkrechten Ebene schwingende **Klappweichen** und in der wagerechten Ebene schwingende **Drehweichen**. Die Klappzungen der ersteren sind stets geöffnet. Fährt der Wagen vom Nebengleis auf das Hauptgleis, so schliesst er die Zunge selbsttätig (Abb. 187); bei entgegengesetztem Lauf wird sie mittels Schnurzuges vom Arbeiter geschlossen (Abb. 188) und öffnet sich wieder von selbst. Die Klappweichen werden auch als Kreuzungen für Hand- und selbsttätige Bedienung ausgeführt (Abb. 189 und 190). Soll in Abb. 190 durch die Kreuzung in der dem Pfeile entgegengesetzten Richtung gefahren werden, so wird der Schnurzug mit Hebel LZH fortgelassen [24]; Weichensicherungen [25].

In einer senkrechten Ebene **über** (Abb. 185) oder **unter** (Abb. 186) dem Laufseil ist das **Zugseil** angeordnet als **dünndrähtiges** (1—2,5 mm Durchmesser, 12000 bis 18000 kg/qcm Bruchfestigkeit) Litzenseil von etwa 15 bis 23 mm Durchmesser. Zulässige Beanspruchung unter Berücksichtigung der Belastung des Spanngewichtes und der Abnutzung etwa ein Achtel bis ein Zwölftel der Bruchfestigkeit. Wagerechte **Stationsscheiben** (Durchmesser 1,5 bis 3,5 m) für den Antrieb (Abb. 160, 181 und 215) (**Antriebseilscheibe** mit Hirnledereinlage zur Verhinderung einer Gleitung des Zugseiles) und für die Erzielung einer gleichmässigen Spannung (Schlittenlagerung, Abb. 182 und 183) ausgebildet. **Geschwindigkeit** $v = 1{,}0 — 3{,}0$ (3,5) m/sk. Die Zwischenunterstützungen bilden die Seilbahnwagen bezw. die Tragrollen auf den (bis zu 25 m hohen) hölzernen oder (bis zu 50 m hohen) eisernen **Laufseilstützen** (Abb. 191 und 192); bei den erwähnten grösseren Höhen Ausbildung von Türmen. — Bei leichtgebauten Bahnen dienen hierzu einsäulige Holzstützen mit Kopfstück, durch eiserne Konsolen gehalten, mit Erdfuss und, wenn erforderlich, mit Verstrebungen; bei grösseren Leistungen doppelsäulige Holzunterstützungen oder eiserne Unterstützungen in Pyramidenform auf gemauerten Fundamentsockeln. Unterstützungen je nach dem Geländeprofil (Steigungen, Gegensteigungen, Fluss- und Strassenübergänge u. s. w.) an passenden Orten aufgestellt (Beispiel: Abb. 193, vgl. a. Abb. 166), wenn möglich in solcher Höhe, dass der Verkehr unterhalb der Bahn frei bleibt (Stützhöhe abhängig vom **Seildurchhang** [s. weiter unten]). Während zum Ueberschreiten von Flüssen und Tälern Spannweiten bis zu 1250 m vielfach unter Benutzung sehr grosser Stützhöhen ausgeführt sind, betragen die gebräuchlichen Stütz-

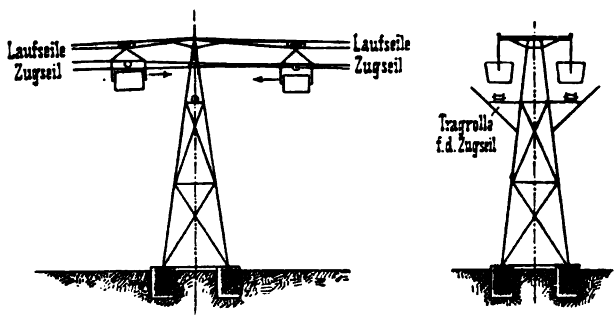


Abb. 191 u. 192. Leitstütze nach A. Bleichert & Co. in Leipzig.

entfernungen 50—60 (30—90) m und die Stützenhöhen 7—8 (6—10) m. Schroffe Uebergänge sind zu vermeiden. Berechnung der Stützen für die senkrechte Belastung, für die wagerechten Spannungen der Seile (Reissen wohl zu berücksichtigen!), für Winddruck auf die festen wie auf die bewegten Teile der

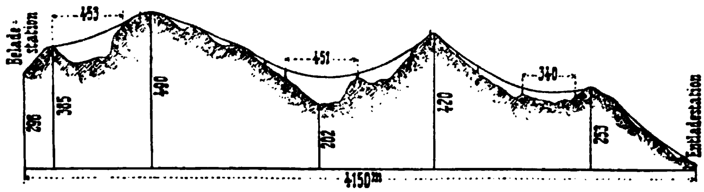


Abb. 193. Längenprofil einer Pohligschen Luftseilbahn in Südafrika.

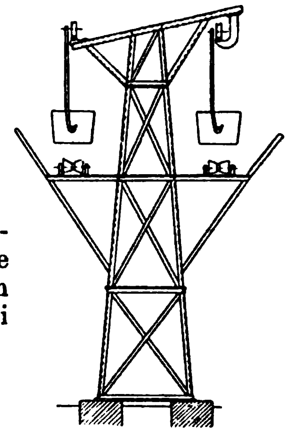


Abb. 194. Neue Seilbahnstütze von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

Bahn u. s. w. — Zur Auflagerung der Seile dienen gusseiserne, halbrund ausgekehlte Auflagerschuhe, in denen die Tragseile frei liegen. Durch die Ausbildung der Stützen nach Abb. 194 (D.R.P. Nr. 148010) wird es möglich, bei

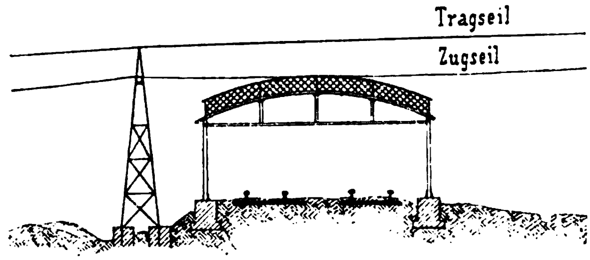


Abb. 195. Eiserne Schutzbrücke.

Anwendung eines unterhalb der Laufbahn liegenden Zugseiles Krümmungen ohne Lösung der Wagen vom Zugseil zu durchfahren [26]. — Strassen- und Eisenbahnübergänge sind durch Schutzdächer (Abb. 195) bezw. Netze zu sichern [27].

Den **Seildurchhang** (Abb. 196) an einem beliebigen Punkte C der Laufbahn zwischen zwei beliebigen Stützpunkten A und B bestimmt man annähernd wie folgt: Bezeichnen

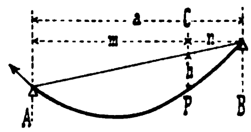


Abb. 196. Seildurchhang.

- a die wagerechte Entfernung der Stützpunkte A und B in m,
- m und n die wagerechten Abstände des Punktes C von den beiden Stützpunkten A bezw. B in m,
- P das im Punkte C wirkende Gewicht in kg,
- S die Seilspannung in kg,
- q das Eigengewicht des Seiles in kg/m,

so ist der Seildurchhang h in m: $h = \frac{m \cdot n}{a} \cdot \frac{P}{S}$; in der Mitte ist $h = \frac{a}{4} \cdot \frac{P}{S}$.

Bei unbelastetem Seile ist

$$P = \frac{a \cdot q}{2} \text{ und } h = \frac{m \cdot n \cdot q}{2S}; \text{ also in der Mitte } h = \frac{a^2 \cdot q}{8S}.$$

Befinden sich ein oder mehrere Wagen zwischen den Stützen, so sei die hierdurch entstehende Belastung des Punktes C gleich P_1 in kg. Dann ist $P = \frac{a \cdot q}{2} + P_1$ und $h = \frac{m \cdot n}{a} \cdot \frac{1/_2 a \cdot q + P_1}{S}$; also in der Mitte $h = \frac{a}{4} \cdot \frac{1/_2 aq + P_1}{S}$.

Hierbei ist die Seilkurve als Parabel angenommen (für alle praktischen Fälle genügend genau) [28].

Die **Seilbahnwagen** bestehen aus dem Laufwerk, das sich mit zwei tiefgerillten (Gussstahl-)Rädern auf der Laufbahn bewegt und mittels des Gehänges den unter der letzteren hängenden Wagenkasten und die Kupplung trägt. Schwerpunkt stets weit unterhalb des Aufhängepunktes. Es ist tunlich, in jeder Minute etwa drei Wagen zu fördern, die sich also in Zwischenräumen von ~ 20 (bis 14) Sekunden folgen. Bei Förderungen von mehr als 800 t/10 Arbeitsstunden empfiehlt es sich meist, eine Doppelbahn auszuführen.



Abb. 200. Hängebahnwagen zum Transport von Kaffee, Reis, Getreide u. s. w. in Säcken für Magazine oder Lagerplätze, mit Windevorrichtung, zum Herablassen eingerichtet (A. Bleichert & Co. in Leipzig).



Abb. 199. Selbstentlader (J. Pohlig, A.-G., in Cöln).



Abb. 197. Seilbahnwagen mit halbgeöffnetem Deckel, das Kippen darstellend (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

Wagenkasten 1—8 hl Inhalt für 125—1000 kg Nutzlast, je nach der Leistung (vgl. Hängebahn). Gewöhnlich rechnet man stündlich 40—100 Wagen; man kann jedoch bis 250 beladene Wagen stündlich fördern [29]. Kasten meist zum bequemen Kippen in der Schwerachse aufgehängt (vgl. Abb. 164, 165, 168, 184; ferner 209, 213, 219, 222—226 sowie 197 und 198) oder als Selbstentlader ausgebildet (Abb. 199); für Säcke, Ballen, Kisten, Fässer, Scheit- und Langholz, Bretter, Schienen, Rüben, Formsteine (Abb. 221), u. s. w. besonders geformte Wagen, z. B. nach Abb. 200—206. Einzellasten bis zu 1,5 t.

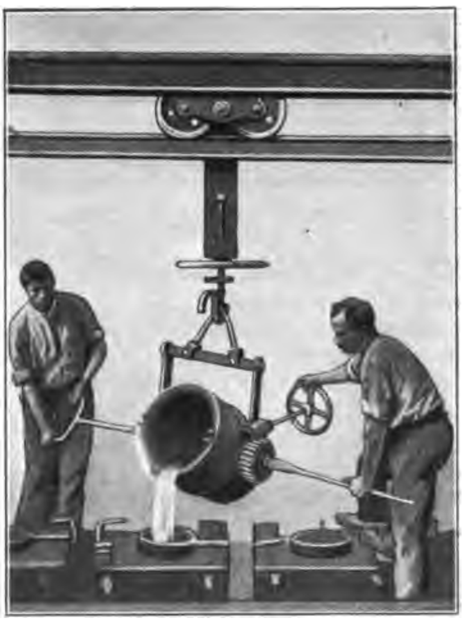


Abb. 198. Hängebahnwagen zum Giesspfannentransport (J. Pohlig, A.-G., in Cöln).

Kupplungen: I. Bei der neuesten für Ober- wie für Unterseilbetrieb möglichen **Bleichert**schen Bauart ist die Kuppelvorrichtung „Automat" (D.R.P. Nr. 95537, Abb. 207 und 208) unmittelbar mit dem Laufwerk verbunden [30]. Das Gehänge G ist mit dem Mittelbolzen M in dem Gleitkörper K gelagert, der sich in den Gehäusewangen des Laufwerkes senkrecht bewegen kann. In einen Schlitz der Druckschraube D greift der im Gehäuse bei A festgestützte Hebel H, der bei Abwärtsbewegung des Gleitkörpers K infolge des Eigengewichtes des freihängenden Wagens mittels der Klemmbacke B das (in der Abbildung in hochgehobenem Zustande gezeichnete) Zugseil gegen die feste Backe B_1 einklemmt. Die Druckschraube D dient gegebenenfalls auch zur Regelung der Klemmbackenweite, entsprechend dem Seildurchmesser. Indessen ist eine besondere Regelung bei einem um einige Millimeter



Abb. 201. Seilbahnwagen zum Transport von Mehl in Säcken mit Feststellvorrichtung auf dem Fussboden und mit Sicherung gegen Herausfallen der Säcke (A. Bleichert & Co. in Leipzig).



Abb. 202. Tonnenwagen (J. Pohlig, A.-G., in Cöln).



Abb. 203. Seilbahnwagen zum Transport von Bruchsteinen. Der Kasten ist wegen der starken Abnutzung mit leicht auswechselbaren Holzknüppeleinlagen versehen (A. Bleichert & Co. in Leipzig).



Abb. 204. Seilbahnwagen zum Transport v. Roheisenblöcken, mit Windevorrichtung zum Herablassen der Plattform (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

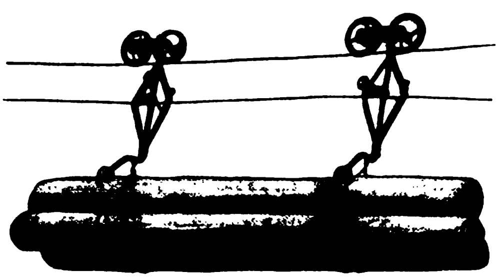


Abb. 205. Transport von Stämmen (J. Pohlig, A.-G., in Cöln).

wechselnden Seildurchmesser nicht erforderlich, da ein solcher Unterschied das sichere Wirken der Kupplung ohne besondere Nachhilfe nicht beeinträchtigen soll. Die auf der Achse *M* sitzenden Kuppelrollen *R* dienen mit den Leitschienen *S* zum Aus- und Einkuppeln der Wagen. Zwecks Auskuppelns in einer Station läuft der Wagen mit seinen Laufrollen über eine Anschlusszunge auf eine Hängebahnschiene S_1 (Abb. 209) und mit den Kuppelrollen *R* auf zwei Leit- oder Kuppelschienen *S*, die zu beiden Seiten von S_1 angebracht sind und von *X* bis *Y* geringe Ansteigung haben, während S_1 wagerecht verläuft. Hierdurch wird, während das Laufwerk selbst auf S_1 verbleibt, das Wagengehänge mit dem Gleitkörper *K* gehoben und die Klemme BB_1 geöffnet. In dieser Stellung hebt sich auf der Strecke *YZ* das etwas ansteigend geleitete Zugseil aus den Klemmbacken

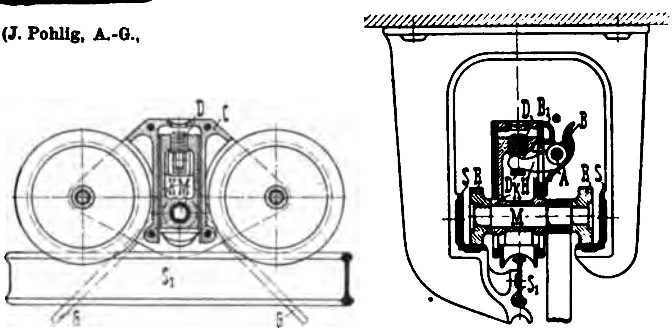


Abb. 207 u. 208. Kuppelvorrichtung (Automat) von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

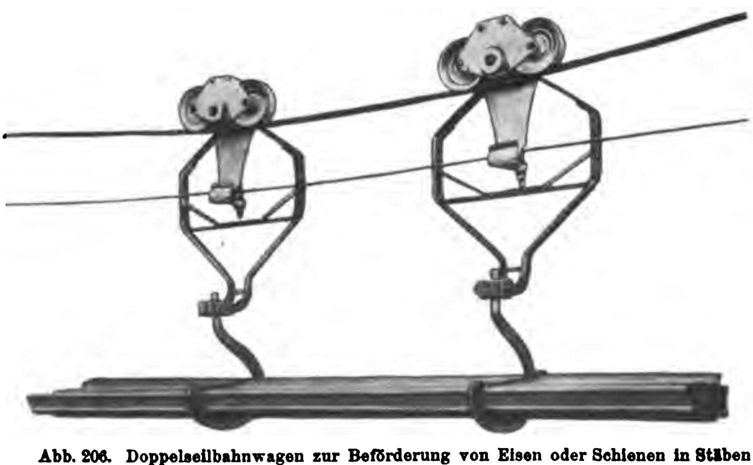
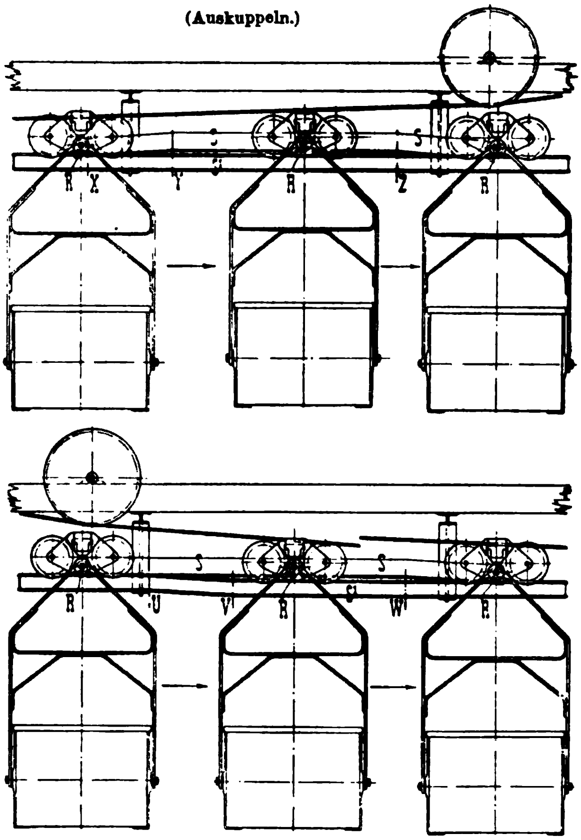


Abb. 206. Doppelseilbahnwagen zur Beförderung von Eisen oder Schienen in Stäben und sonstigen langen Gegenständen (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

heraus (Zustand Abb. 208) und gibt den Wagen frei. Von Z ab neigen sich die Leitschienen S wieder abwärts und das Gehänge mit Gleitkörper senkt sich wieder, so dass der Wagen mit geschlossener Kupplung auf der Hängebahn zur Beladung oder Entladung weitergefahren werden kann, um später dem andern Tragseile wieder zugeführt zu werden.

Das Einkuppeln der Wagen erfolgt nach Abb. 210 in der Weise, dass der auf der Hängebahnschiene in der Pfeilrichtung ankommende Wagen mit den Kuppelrollen R auf die zunächst wagerecht verlaufenden Kuppelschienen S aufläuft. Da sich die Hängebahnschiene von U bis V senkt, so senkt sich auch das Laufwerk und öffnet hierdurch die Klemmbacken, während gleichzeitig das hier etwas abwärts geleitete Zugseil sich zwischen diese legt. Von W aus senken sich die Kuppelschienen S wieder, wodurch anderseits das Gehänge G mit Gleitkörper K gesenkt und damit die Klemmbacken geschlossen werden, so dass der nunmehr eingekuppelte Wagen auf das Tragseil gezogen wird.

(Auskuppeln.)



(Einkuppeln.)

Abb. 209 u. 210. Vorgänge beim Aus- und Einkuppeln nach A. Bleichert & Co. in Leipzig.

Beide Vorgänge spielen sich selbsttätig und ohne Stoss ab, da auch hier infolge des Gefälles in S der Wagen vor dem Festklemmen eine mit dem Seillauf annähernd übereinstimmende Geschwindigkeit erhält.

Das Laufwerk selbst besteht aus zwei durch das Zwischenstück C (Abb. 207) miteinander verbundenen Wangen aus starkem Gussstahlblech, welche die beiden Laufzapfen mit den aus Tiegelgussstahl bestehenden Laufrollen tragen. Die Laufzapfen sowie der den Gleitkörper K und das Gehänge G tragende Mittelzapfen M bestehen aus Phosphorbronze und sind hohl, im Umfang der Lauffläche mit Oeffnungen versehen und als Behälter für Schmierung mit starrem Fett ausgebildet. Auch können die beiden Laufzapfen, nachdem sie sich einseitig abgenutzt haben, um 180° gedreht werden, um auf dieser Seite die gleiche Zeit zu dienen.

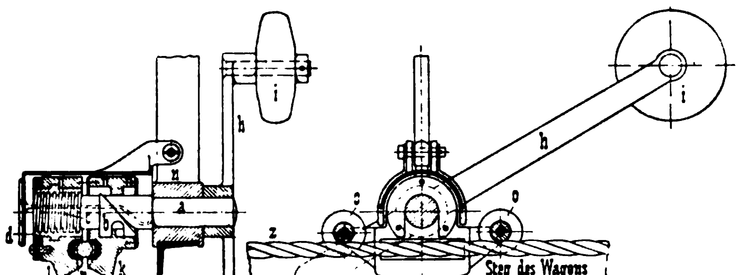


Abb. 211 u. 212. Kuppelvorrichtung von J. Pohlig, A.-G., in Cöln.

Die Kupplung „Automat“ gestattet eine Fahrgeschwindigkeit von 2,5—3 m/sk mit vollständiger Sicherheit.

II. Den Hauptteil der **Pohlig**schen (Ottoschen) Kupplung (Abb. 211 und 212) [31] bildet die Spindel a (Abb. 211), mit stark steigendem Rechtsgewinde b in der Klemmbacke k und feinem Linksgewinde c in der Gegenbacke l.

Die Spindel ist in dem Augenlager *n* des Wagengehänges drehbar und trägt am freien Ende den Anschlaghebel *h* mit Gewichtrolle *i*. Wird dieser Hebel durch Anschlag der Rolle *i* von links nach rechts gedreht (in die Lage von Abb. 212), so wird das Zugseil *z* durch die Backen *k l* festgeklemmt.

Infolge der Steilheit des Rechtsgewindes *b*, das jedoch nur einen Teil eines vollen Gewindeganges bildet, gegenüber dem feinen Linksgewinde *c* werden zunächst während eines Teiles der Hebeldrehung (bis zum Ablauf von *b*) die Klemmbacken einander schnell genähert. Sobald sie jedoch das Seil berühren, wirkt bei weiterer Drehbewegung des Hebels *h* und der Spindel *a* das feinere Gewinde *c* allein auf Anzug, so dass die Klemmbacken nunmehr das Zugseil langsam, aber um so fester zwischen sich pressen. Das steile Gewinde *b* ist so bemessen, dass eine Drehung des Hebels *h* um 120° (je 60° links und rechts von der Senkrechten) genügt, um die Backen für die Auskupplung ausreichend weit zu öffnen.

Die Klemmbacken *l* und *k* sind mit Bronzefuttern *p* versehen und leicht auswechselbar; ebenso besteht die Mutter *d* des Gewindes *c* aus Bronze. Die Gewinde erhalten Oel- oder Fettschmierung durch die oben in den Klemmbackenkörpern angebrachten Schmierlöcher mit Buchsen. Der Hohlraum für das Gewinde *b* ist gegen Staub rechts und links durch vorgeschraubte Blechscheiben und der ganze Klemmechanismus insbesondere gegen Schnee und Regen durch eine gusseiserne Klapphülle geschützt.

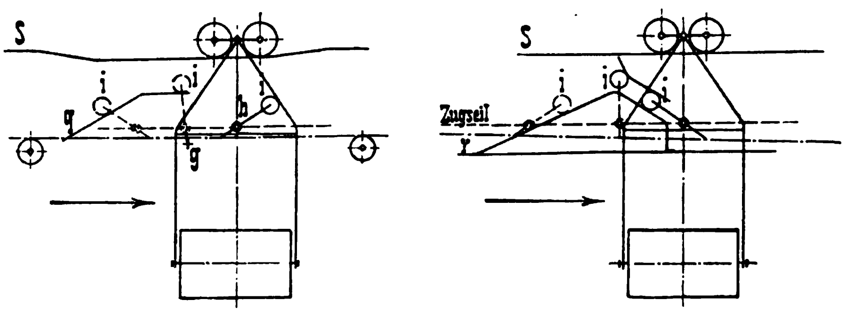


Abb. 213 u. 214. Vorgänge beim Ein- und Auskuppeln nach J. Pohlig, A.-G., in Cöln.

Eingekuppelt werden die Wagen in der Weise, dass der Arbeiter sie in der Pfeilrichtung, Abb. 213, heranschiebt. Indem der Wagen das Gefälle der Hängeschiene *S* (rund 90 mm) hinunterläuft, setzt sich die geöffnete Kupplung mit den Rollen *o* (Abb. 212) auf das Zugseil, das sich damit genau zwischen die Klemmfutter *p* legt. Beim Weiterschieben des Wagens läuft die Gewichtsrolle *i* des nach rückwärts liegenden Hebels *h* auf die zuerst ansteigende, dann wagerecht verlaufende Leitschiene *q* auf, bringt den Hebel *h* in senkrechte Lage und schliesst hierdurch die Klemmbacken zunächst um den Anzug des Gewindes *b*. Gleichzeitig stösst der untere Teil des Hebels *h* gegen einen an der Leitvorrichtung befestigten Stift *g*, wodurch *h* in die Vorwärtslage fällt und infolge weiteren Anzuges des Feingewindes *c* der Seilschluss gesichert wird. Das Einkuppeln geschieht, da der Wagen auf der abfallenden Hängeschiene *S* ungefähr die Geschwindigkeit des Zugseiles annimmt, stossfrei. Das Auskuppeln auf der Endstation erfolgt, indem die Gewichtrolle *i* auf eine erst auf- und dann absteigende Leitschiene *r* (Abb. 214) aufläuft und hierdurch der Hebel rückwärts gedreht wird. Das nach vorn etwas abwärts geleitete Zugseil tritt hierdurch nach unten aus dem Bereich der Klemmbacken *l k* heraus und gestattet die Abführung des Wagens auf die Hängebahnschiene.

III. Ueber andre Kupplungen (Knoten- oder Klinkenkupplungen [Patent Otto], Muffen- und Reibungskupplungen [Bleichert], Scheiben- und Wellenbackenkupplungen [Pohlig], Zugseilklemme [Patent Neitsch in Halle], Kupplungsvorrichtung „Ideal“ [von Ceretti & Tanfani in Mailand], Seilgreifer „System Stephan“ [Fredenhagen in Offenbach]) sowie auch über selbsttätiges Vorwärts- und Rückwärtsbremsen und Bremsseilbahnen vgl. [32].

Erforderliche **Betriebskraft** für eine Drahtseilbahn deutscher Bauart (nach Bleichert). Bezeichnet

l die Bahnlänge in m,
Q die Förderleistung der Bahn in t/st,
h den Höhenunterschied der beiden Endstationen in m (bei aufwärtsgehender Last +, bei abwärtsgehender Last — zu setzen),
N die erforderliche Betriebskraft in PS.,
N_0 (= 0,5—5 PS.) eine Konstante für Reibung in den Endstationen,

so ist angenähert:

$$N = \frac{Q}{270}\left\{\frac{l}{100}\left[2 + 0{,}005 \cdot (100 - Q)\right] \pm h\right\} + N_0.$$

Der Antrieb erfolgt von einer beliebigen Triebwerkwelle aus; Motoren: Menschen, Pferde u. s. w., Wasser-, Dampf-, Elektromotoren. — Wird N negativ, so erhält man eine Bremsdrahtseilbahn (s. oben) mit Bremsvorrichtung in der oberen Station zur Regelung der Zugseilgeschwindigkeit. Bei nur geringem Kraftüberschuss ist der Anschluss an einen Motor vorzuziehen bezw. ratsam.

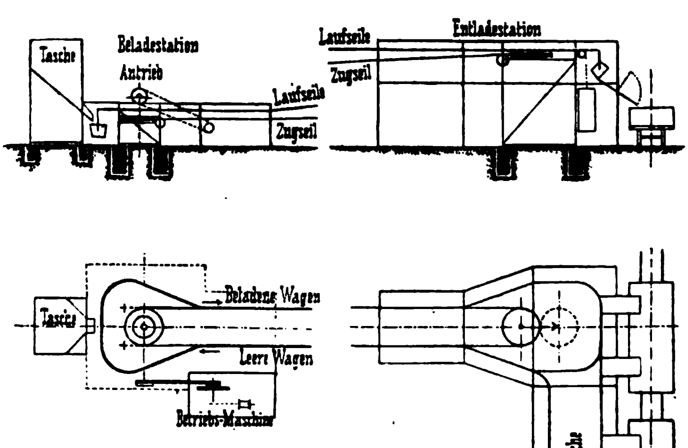
Bei überschläglicher Rechnung kann man ferner annehmen, dass bei gerader Strecke auf ebenem Boden und bei gleicher Höhenlage der beiden Endstationen die erforderliche Betriebskraft rund 0,1 PS. für das Kilometer Bahnlänge für je 1 t stündlicher Leistung beträgt. — Tafel 21 gibt nach Abt [1] die notwendige Betriebskraft für 1 km derartiger Bahnen; dabei bedeutet L die Länge der Bahn in km [33].

Zahlentafel 21.

Laufende Nummer	Fördermenge in t/st	Erforderliche PS. für wagerechte Bahn	Erforderliche PS. für Steigung 1 : 3	Nötiges Gefälle, damit die Bahn selbsttätig sei
1	10	$3\,L$	$15\,L$	1 : 9
2	20	$4\,L$	$30\,L$	1 : 15
3	40	$6\,L$	$60\,L$	1 : 22
4	60	$9\,L$	$90\,L$	1 : 23

Ueber genauere Berechnungen s. a. [34].

Ein Beispiel für Stationseinrichtungen geben die Abb. 215—218 je im Längsschnitt und Grundriss. An die Tragseile schliessen sich mittels Weichen (s. oben) in etwa 2 m über dem Boden Hängebahnschienen an, die beliebig geführt (auch schwenkbar [Gruben] eingerichtet) werden können und sehr kleine Bogen zulassen. Besondere Weichenstränge können beliebig mit ausrückbaren Zungen, Drehschienen und Schiebebühnen [35] angeschlossen werden. — Beladung der Wagen entweder aus besonderen Füllrümpfen oder beliebig auf festen oder tragbaren Beladeweichen. Bei Verbindung mit Schmalspurgleisen werden die Kasten der Seilbahnwagen einzeln (Abb. 219—221) oder zu zweien (Abb. 222) auf Unterwagen gesetzt oder die Wagen selbst dienen als Seilbahngefässe (Abb. 223 bis 225); Betrieb im letzteren Falle sehr einfach [36], wenn auch die tote Last im Verhältnis zur Nutzlast ziemlich gross wird.



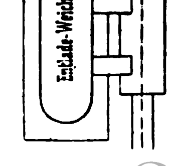


Abb. 215—218. Beispiel für Drahtseilbahnstationen nach A. Bleichert & Co. in Leipzig.



Abb. 221. Hängebahnwagen zum Ziegeltransport mit vier Etagen für 48 Steine. Das Untergestell ist mit Rädern versehen zum Fahren auf Schienengleisen und vom Wagengehänge abnehmbar (A. Bleichert & Co. in Leipzig).





Abb. 219 u. 220. (J. Pohlig, A.-G., in Cöln.)



Abb. 222. (A. Bleichert & Co. in Leipzig.)



Abb. 223. Nach A. Bleichert & Co. in Leipzig.



Abb. 225. Nach J. Pohlig, A.-G., in Cöln.

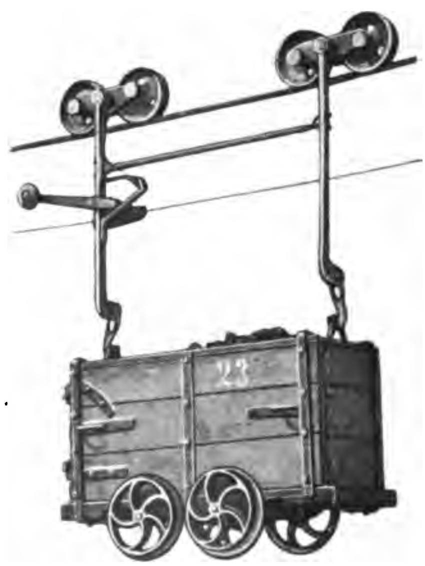


Abb. 224. Nach J. Pohlig, A.-G., in Cöln.

Abb. 223—225. Seilbahnwagen zum unmittelbaren Transport von Grubenhunden.

Zum Zählen (Abb. 226) bezw. Wiegen (Abb. 227) der Wagen dienen vielfach selbsttätige Vorrichtungen (s. a. Hängebahnen).



Abb. 227. Bleicherts selbsttätige Schnellwage für Seil- und Hängebahnen.

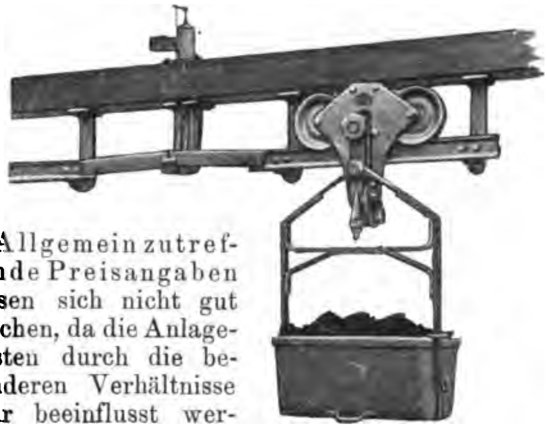


Abb. 226. Bleicherts selbsttätige Zählvorrichtung (Siemens-Schuckert).

Allgemein zutreffende Preisangaben lassen sich nicht gut machen, da die Anlagekosten durch die besonderen Verhältnisse sehr beeinflusst werden; jedoch können nach [37] bei flachem Gelände, ungefähr gleicher Höhenlage der Endstationen und unter sonst gewöhnlichen Verhältnissen die angenäherten Preise der Tafel 22 entnommen werden. Hierin sind bei den Kosten der gesamten Eisenteile (einschliesslich der Wagen) für 1 m Bahnlänge nicht eingeschlossen die Kosten etwa nötiger längerer Weichen an den Endstationen sowie die Kosten eines zum Betriebe etwa erforderlichen besonderen Motors. Hinzu kommen noch die Kosten für Holzarbeiten und Errichtung der Bahnlinie, die sich nach den örtlichen Verhältnissen richten und bei ebenem Gelände etwa 4 ℳ/m Bahnlänge betragen.

Zahlentafel 22.

Preise (in Mark) bei Drahtseilbahnen:

Nach Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis	Tägliche Fördermenge					Bahnlänge m
	100 t	200 t	300 t	400 t	500 t	
für die Kosten der gesamten Eisenteile (einschliessl. der Wagen) für 1 m Bahnlänge	15,00	16,50	18,00	20,50	22,00	500
	12,50	14,25	16,25	18,00	19,25	1000
	11,25	13,50	15,50	17,00	18,75	2000
	10,75	13,00	14,75	16,50	18,25	5000
für die Förderkosten für je 10 t[1])	0,92	0,62	0,53	0,48	0,47	500
	1,20	0,82	0,65	0,60	0,54	1000
	1,70	1,12	0,90	0,78	0,75	2000
	2,95	2,00	1,55	1,35	1,20	5000

Nach Abt [1] gelten für die Kosten ohne Betriebsmaschine und Beförderung mit Bezugnahme auf die gleichlautenden Nummern u. s. w. in Tafel 21 [38]:

Zahlentafel 23:

Laufende Nummer	Kosten für wagerechte Bahn ℳ	Kosten für eine Steigung von 1 : 3 ℳ
1	$L \times 8800 + 2400$	$L \times 10000 + 4000$
2	$L \times 12000 + 3200$	$L \times 13200 + 5600$
3	$L \times 15200 + 4000$	$L \times 16800 + 7200$
4	$L \times 18400 + 4800$	$L \times 20000 + 11200$

Nach Pohlig-Cöln berechnet sich die Höhe der Anlagekosten für das nachstehende Beispiel angenähert wie folgt: Länge der Bahn 3000 m, Gesamtgefälle 1 : 30, Fördermenge 200 t/10 Arbeitsstunden, wellige Bodenfläche, eine Flussübersetzung von 150 m und eine Strassenübersetzung erforderlich, Wagen-

[1]) Einschliesslich Verzinsung der Anlagekosten, Unterhaltungskosten, Löhne der Bedienungsmannschaften und Geländemiete (bei Durchschnittspreisen).

ladung 250 kg; Zugseilgeschwindigkeit 1,5 m/sk. Hiernach sind stündlich $\frac{200000}{250 \cdot 10} = 80$ Wagen zu fördern; die Wagenentfernung beträgt $\frac{1,5 \cdot 60 \cdot 60}{80} = 67,5$ m. Die Anzahl der hin und her gehenden Wagen ergibt sich für die ganze Strecke zu $\frac{2 \cdot 3000}{67,5} = 88$ und mit Hinzurechnung von ~ 6 Stück, die sich auf den Endstationen aufhalten, zu 94 Stück. Bei ~ 50 m Stützenentfernung sind $\frac{3000}{50} \sim 60$ Pfeiler erforderlich. Als Betriebsmotor werde eine Dampfmaschine gewählt (~ 5 PS.).

I. Die Anlagekosten werden hiernach ungefähr betragen:

A. Für Tragseile, Zugseil, Verankerungen und Spannvorrichtungen, vollständigen Antrieb, Förderwagen, Trag- und Zugseilauflager und Rollen, Hängeschienen auf den Stationen nebst Uebergangsvorrichtungen zum Seil, Kosten des Entwurfs $\sim$ 40000 *M.*

B. Für zwei Stationen in Holz, 60 Holzpfeiler, eine Schutzbrücke für die Strasse, Mauerwerk, Anker und Schrauben, Dampfmaschine und Montage rund 20000 *M.*; d. h. Gesamtkosten für die betriebsfertige Anlage $\sim$ 60000 *M.* 1 km Mehr- oder Minderlänge würden diese Summe um $\sim$ 14000 *M.* ändern.

II. Die Betriebskosten stellen sich wie folgt: für 4 Stationsarbeiter, 2 Wagenschieber, 1 Maschinisten und 1 Aufseher mit zusammen täglich 25 *M.*; für Kohlen, Schmiermaterial, Reparaturen, Geländepacht zusammen täglich 9 *M.*; d. h. in Summa 34 *M.* Also kostet 1 t: $\frac{34}{200} = 0,17$ *M.* oder 1 t-km: $\frac{0,17}{3} = 0,056$ *M.* [39].

Nach neueren zuverlässigen Angaben über eine von A. Bleichert & Co. in Leipzig gelieferte Anlage belaufen sich die gesamten Transportkosten auf 0,5 *Pf.* für 1 hl oder bei 2 km Bahnlänge und 7 Stunden für die Tonne gerechnet auf 1,75 *Pf.* für 1 t-km; dabei beträgt die Förderung in 10 Stunden 1100—1200 Wagen mit 7,5 hl = $^3/_4$ cbm = 550 kg Braunkohle.

In seinem bemerkenswerten Vortrag „Ueber die Frage der Gütertarife" führte Dr.-ing. E. Schrödter in Düsseldorf am 3. Dezember 1905 [40] folgendes aus:

„... In einem andern Fall, in dem es sich um Massentransporte von Erzen nach einem Hochofenwerk handelt, beträgt die Eisenbahnfracht für 10 t Eisenerz einschliesslich der Anschlussgebühren 1,12 *M.* für 1 t Erz. Da der Marktwert für die geringerhaltigen Sorten etwa 2 *M.* und für das höherhaltige Erz höchstens 3 *M.* beträgt, so müssten demnach für die in Betracht kommende kurze Entfernung in einem Falle 50%, im andern rund 34% des Erzwertes an Fracht bezahlt werden. Die Entfernung in der Luftlinie beträgt $10^1/_2$ km, die Bahnentfernung etwa 18 km. Das Herbeifahren der Erze auf der Staatsbahn muss sich in den Selbstkosten billig stellen, da die beladenen Wagen ständig im Gefälle laufen. Der heute eingeführte **Seilbahn**transport kostet noch nicht die Hälfte der Staatsbahnfracht, ausserdem fallen auch noch die Ausladekosten weg, da sich das Ausladen selbsttätig vollzieht. Es ist begreiflich, dass das Werk sich entschlossen hat, eine Schwebebahn zu bauen, nachdem die Staatsbahn erklärt hatte, dass die Durchbrechung der Einheitlichkeit der Tarife nicht möglich sei und ein dahingehender Antrag gar nicht erst gestellt zu werden brauche. Das Werk hat eine Million aufgewendet, um die Seilbahn zu bauen, und der Staatsbahn entgehen dadurch 50000 t monatlichen Erztransportes, und zwar auf einer neuerbauten Strecke, die sicherlich vorzugsweise auf erhebliche Erztransporte gerechnet hatte. In einem andern Fall, der ganz ähnlich liegt, stellt sich die Fracht nach den jetzigen Staatsbahnsätzen auf 1,18 *M.*; demgegenüber hat ein Unternehmer sich verpflichtet, den Transport der Erze aus der Grube zum Hochofen für 20 *Pf.* für 1 t zu übernehmen, wobei das Werk allerdings die elektrische Kraft unentgeltlich zu stellen und ausserdem die Abschreibung zu tragen hat. Immerhin beträgt die Ersparnis des Werkes noch rund 80 *Pf.* für 1 t, was auf die in Frage kommende Menge im Jahr den ansehnlichen Betrag von 480000 *M.* ausmacht."

Vgl. hierzu den Pohligschen Aufsatz „Seilbahn und Eisenbahn“ in „Stahl und Eisen“ 1905, S. 257 ff., sowie über die Rentabilität der **Grossseilbahnen** (von Direktor Ellingen) in „Stahl und Eisen“ 1907, S. 1140 ff. (Aumetz—Kneuttingen bezw. Oettingen—Differdingen). Ueber Meerseilbahnen bezw. Uferseilbahnen [41] und schwebende Seilbahnen für Personenbeförderung [6]; s. a. Kabelhochbahnkrane [42], über Gichtseilbahnen s. Schrägaufzüge und [14].

Zur Betätigung von Lagerplätzen (vgl. a. Haufenlager) sind mehrfach Anlagen nach Abb. 228 ausgeführt. Der Uebergang über eine Ablenkungsscheibe von 4 m Durchmesser mit $v \sim 0,8$ m/sk (Stephan u. [43]) gestattet die Verwendung der Seilbahnen für Kohlen- und Erzstapelplätze u. s. w. mit Hilfe einer verschiebbaren Absturzbrücke (zuweilen zwei, wegen Reserve), wobei die Laufbahn aus Hängebahnschienen besteht (s. a. Hängebahnen und Krane für Massentransport).

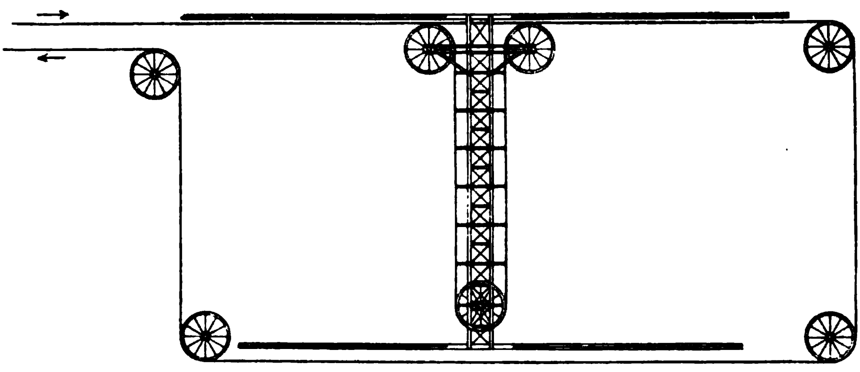


Abb. 228. Drahtseilbahnanlage für einen Stapelplatz mit Entladebrücke.

Als hierher gehörig sei kurz die in Abb. 229 a und b dargestellte, von A. Bleichert & Co. für eine holländische Papier- und Strohstoffabrik ausgeführte Anlage beschrieben; sie dient zur Ausladung der ankommenden Kohlen aus den bei der Verladebrücke *A* anlegenden Schiffen und zur Förderung der Kohlen nach dem Lagerplatz *BC* oder nach dem Kohlenbrecher und von dort nach dem Kesselhause (10 Flammrohrkessel von je 100 qm Heizfläche) oder auch unmittelbar nach dem Kesselhause, falls die Kohle als Klarkohle ankommt.

Die Bahn besteht aus kräftigen Stahlschienen, die teils an schmiedeeisernen Stützen, teils an den eisernen Verladebrücken, teils an der Dachkonstruktion des Kesselhauses mittels gusseiserner Hängeschuhe freischwebend aufgehängt sind. Auf dem Kohlenlagerplatz *BC* ist eine fahrbare Brücke vorgesehen, welche bei einer Spannweite von 22 m den Lagerplatz in seiner ganzen Breite überspannt, so dass an jeder Stelle desselben Kohle abgestürzt und wieder aufgenommen werden kann. Durch diese Anordnung wird einerseits das Aufladen der Kohlen in die Hängebahnwagen zum Weitertransport nach dem Kohlenbrecher sehr erleichtert, anderseits aber auch der Lagerplatz voll ausgenutzt, so dass er etwa 6000 qm fasst und somit ein genügender Platz zur Lagerung von Asche abgeschlagen werden kann. Zum Transport der Asche nach dem Lagerplatz ist die Elektrohängebahn ohne weiteres zu benutzen. Die Anordnung der Hängebahn im Kesselhause ist nicht mit angegeben.

Die Kohlenbrecheranlage besitzt eine Leistung von 10 t/st und erfordert zum Betriebe rund 10 PS.; sie besteht aus Schwingsieb, Kohlenbrecher, Elevator für die klare Kohle und zwei Füllrümpfen für grobe und für klare Kohle.

Zur Kontrolle des Kohlenzu- und -abganges zum und vom Lagerplatz sind Bleichertsche Hängebahnwägevorrichtungen (s. oben) mit dahintergeschalteten selbsttätigen Zählapparaten vorgesehen worden. Die eine Hängebahnwage befindet sich auf der Schiffsverladebrücke und registriert die vom Schiffe nach dem Lagerplatz beförderte Kohle; die zweite Wage befindet sich vor dem Füllrumpf

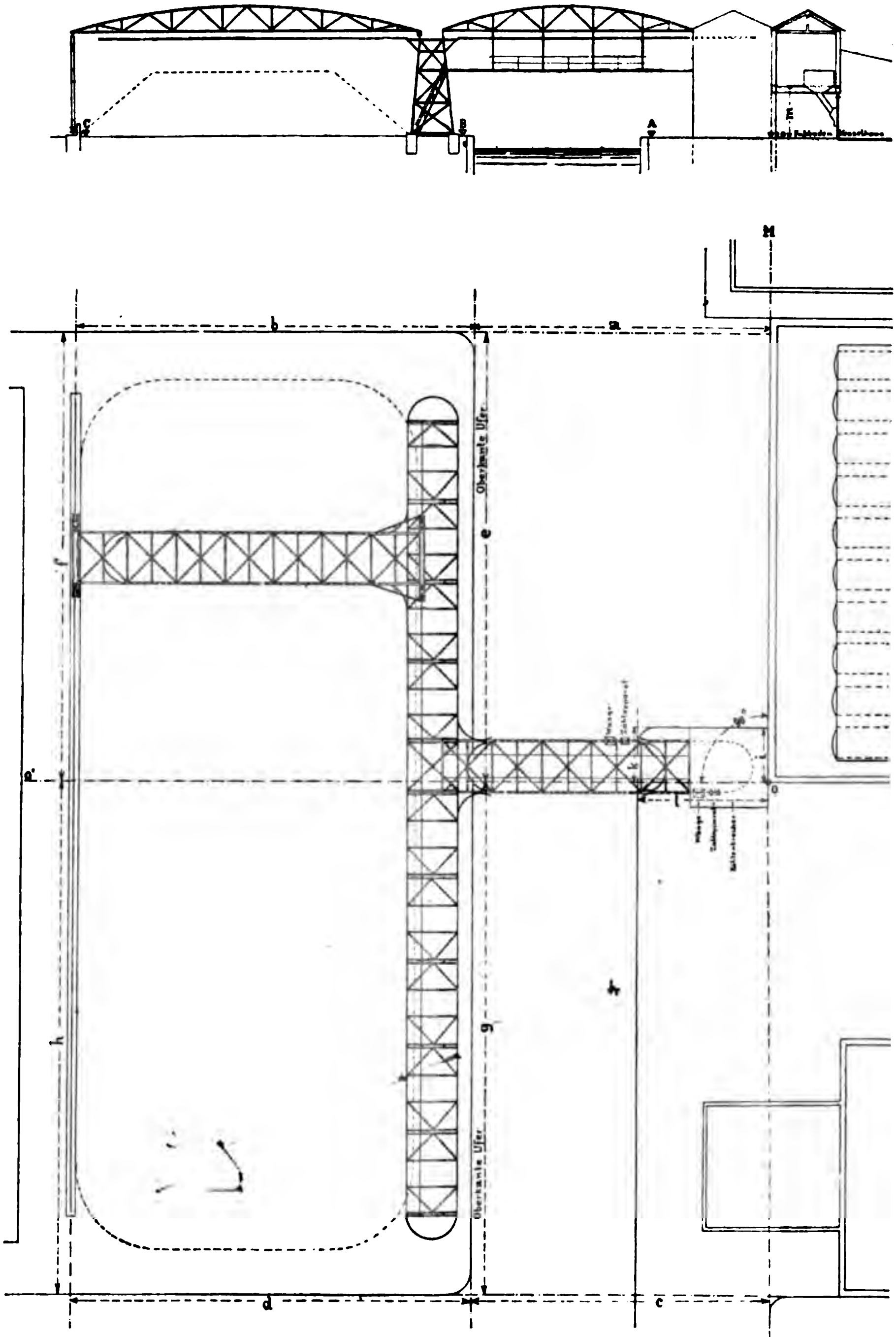


Abb. 229 a u. 229 b. Haufenlager mit Bleichertscher Elektrohängebahn in Groningen.

für Klarkohle in der Kohlenbrecheranlage und wiegt die Kohlen, die vom Lagerplatz nach dem Kesselhause gebracht werden. Auf diese Weise wird eine ständige und fortlaufende Kontrolle des Lagerbestandes an Kohlen ausgeübt.

Geschichtliches: Der Bau der Seilbahnen ist älter, als meist angenommen wird; vgl. [44]. Die Chronik der Stadt Danzig erzählt unter Beifügung von Handzeichnungen, dass im Jahr 1644 der holländische Ingenieur Adam Wybe ein Seil vom Bischoffsberge über den Stadtgraben gespannt habe (Abb. 230 [45]), um an demselben in kleinen Kübeln Erde zu befördern. Dieses System ist in

Deutschland und Oesterreich besonders durch Bleichert, Otto, Obach und Pohlig sowie durch Koppel, Mackensen, die Benrather Maschinenfabrik (Album vom Jahr 1907, S. 542 ff.), Beck & Henkel in Cassel, Neitsch in Halle, Heckel in St. Johann, Menck & Hambrock in Altona, Carstens

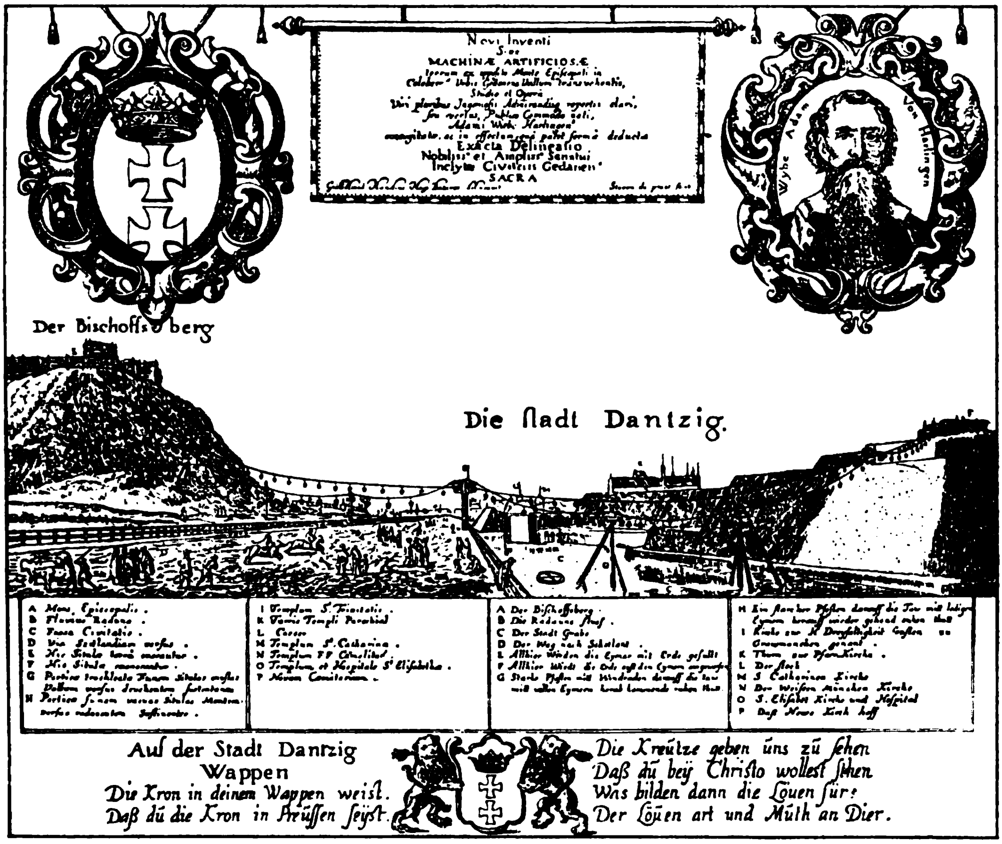


Abb. 230. Seilbahn der Stadt Danzig anno 1644.

& Fabian in Magdeburg u. a. ausgebildet und so entwickelt, dass es wohl als eines der vornehmsten und zuverlässigsten Fördermittel für Massengüter angesehen werden muss und darum auch eine ganz ausserordentliche Verbreitung im In- und Auslande gefunden hat.

Literatur: [1] Abt, Siegfried, Seilbahnen, Handb. d. Ing.-Wiss., 5. Teil, Bd. 8, 2. Aufl., Leipzig 1907, S. 147. — [2] Dolezalek, Luftseilbahnen, Luegers Lexikon, 1. Aufl. — [3] Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 90 (Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern, I, S. 19 [im folgenden abgekürzt: T. H.]). — [4] Ders., Deutsche Bauztg. 1904, S. 527 (T. H., III, S. 5); ferner Dieterich, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1719 ff. und „Stahl und Eisen“ 1906, S. 469 ff., sowie Abt (s. [1]), S. 193 ff. — [5] Buhle, Deutsche Bauztg. 1906, S. 310 (T. H., III, S. 238 und 278). — [6] Dieterich, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1828. — [7] Buhle, Zeitschr. für Arch.- und Ingenieurwesen 1905, S. 406 ff. (T. H., III, S. 135 ff.). — [8] Kotzschmar, Gewerbefleiss 1903, II, S. 197 ff. — [9] Buhle, T. H., III, S. 4, Deutsche Bauztg. 1904, S. 523; ferner Dieterich, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1769 ff. — [10] Buhle, Glasers Ann. 1898, II, S. 67; Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 256 (T. H., I, S. 28). — [11] Ders., Zeitschr. für Arch. und Ingenieurwesen 1905, S. 442 (T. H., III, S. 147). — [12] Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1093 (T. H., I, S. 90 ff.), Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 258 ff. (T. H., II, S. 40 ff.). — [13] Ders., Deutsche Bauztg. 1904, S. 523 ff. (T. H., III, S. 4 ff.). — [14] Ders., Zeitschr. d. Bauverw. 1902, S. 270 (T. H., II, S. 44); Zeitschr. für Arch. und Ingenieurwesen 1905, S. 443 (T. H., III, S. 148); „Stahl und Eisen“ 1906, S. 649 (T. H., III, S. 247); „Glückauf“ 1904, S. 883 ff.; „Stahl und Eisen“ 1905, Taf. VII u. s. w. — [15] Abt [1] und Stephan, „Hütte“, 19. Aufl., 2. Teil, S. 147 ff. bezw. Ders., Luftseilbahnen, Berlin 1907. — [16] Ders., Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 468 ff. — [17] Ders., „Hütte“, 19. Aufl., 2. Teil, S. 684 ff.; Abt. [1], S. 149 ff., Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 158 ff. — [18] Ders., S. 165 ff.; Stephan, Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 470 ff. und 502 ff. — [19] Engineering 1894, II, S. 341. — [20] Abt [1], S. 153. — [21] Pietrkowski, Die Förder-

technik 1907, S. 123 ff. — [22] Isaaksen, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 652 ff., und Hrabak, „Die Drahtseile"; ferner Berg- und Hüttenmännische Rundschau, Kattowitz 1907, S. 347 ff.: Seilberechnung für Luftseilbahnen. — [23] Stephan, Luftseilbahnen [15], S. 118 ff. und Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1094 (T. H., I, S. 90). — [24] Rasch, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1775 ff. — [25] Dieterich. ebend. 1904, S. 1771 ff. — [26] Buhle, „Stahl und Eisen" 1906, S. 649 (T. H., III, S. 245). — [27] Stephan, Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 725 ff. — [28] Ders., ebend. 1904, S. 420 ff. und Abt [1], S. 160. — [29] Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1094 (T. H., I, S. 90). — [30] Rasch, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1770 ff. — [31] Ders., ebend. 1902, S. 1527 ff. — [32] Abt [1], S. 164 ff. — [33] Ders., ebend., S. 197. — [34] Stephan [15]. — [35] Buhle, „Stahl und Eisen" 1908. — [36] Schulte, „Glückauf" 1907, S. 875 ff.; ferner s. „Stahl und Eisen" 1905, S. 257 ff. — [37] Buhle, „Stahl und Eisen" 1906, S. 648 (T. H., III, S. 247). — [38] Abt [1], S. 197. — [39] Dolezalek, Luftseilbahnen, Luegers Lexikon, 1. Aufl. — [40] Schroedter, „Stahl und Eisen" 1905 bezw. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 34 ff. (T. H., III, S. 304 ff.). — [41] Dieterich, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1812 ff., besonders S. 1861 ff. — [42] Abt [1], S. 192. — [43] Buhle, T. H., III, S. 277. — [44] Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, S. 246, 291 u. s. w.; Abt [1], S. 92 ff. und S. 154; Die Fördertechnik 1907, S. 123 ff.; Die Welt der Technik 1907, S. 223 ff, Meyer, G., Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaues, 4. Teil, Berlin 1892, S. 298 ff.; Zimmer [17], S. 158 ff.; v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 184 ff.; Stephan, ebend. S. 420 ff.; Dieterich, „Glückauf" 1904, Nr. 30 und 31; Volk, Geräte und Maschinen zur bergmännischen Förderung, Leipzig 1901, S. 89 ff.; Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, Bd. 4, Braunschweig 1874; v. Ducker, Seiltransportbahn, Zeitschr. des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins 1872; Frankenhauser, Drahtseilriese, Bern 1873; Mölle, Drahtseilriese, Leipzig 1877; Vojacek, Schwebende Draht- und Seilbahnen, Handb. für spezielle Eisenbahntechnik, Bd. 5, Leipzig 1878, S. 544 ff.; ebend., S. 580 (ältere Literatur); v. Hauer, Die Fördermaschinen der Bergwerke, Leipzig 1885; Gros, Note sur les cables transporteurs aériens, Annales des ponts et chaussées 1887; Bonhomme, Etude sur les cables porteurs aériens, ebend. 1888; Anselmies, Schwebende Drahtseilbahn für Personenverkehr von L. Torres, Festschrift der Versammlung schweiz. Arch.- und Ing.-Vereine in Luzern 1893; Babu, Les plans inclinés aériens, Annales des mines, Paris 1894; Ders., Calcul des cables porteurs des plans inclinés, ebend. 1895; Bleichert, „Hütte", 18. Aufl., 2. Teil, S. 634 ff. — [45] Pohlig, Ueber Drahtseilbahnen, Glasers Ann. 1894, S. 179 ff.

Als besonders bemerkenswerte Anwendungsgebiete der insgesamt bisher betrachteten Fördermittel seien kurz behandelt:

4. Die Ausführung von Erdarbeiten [1].

Diese umfasst ausser den vorbereitenden Arbeiten (geometrische: genaue Prüfung der Festpunkthöhen, Absteckung der Profile u. s. w., praktische: Herstellung der Zukömmlichkeit, Heranschaffung der Geräte, Unterbringung der Arbeiter u. s. w.) namentlich die Gewinnung und Förderung. Die **Gewinnung** begreift in sich: Lösen der Erdmasse und deren Verladen in die Fördergefässe durch Wurf. Die **Förderung** umfasst zugleich das Ausstürzen oder Verbauen und etwa erschwertes Laden. Dazu kommen noch Einebnungsarbeiten („Planieren"), die bisweilen, und Böschungsarbeiten (Einebnen und Bekleiden u. s. w.), die in der Regel gesondert bezahlt werden, oft in Form eines Zuschlages auf die zu verbauende Erdmasse für 1 cbm gerechnet.

A. Erdgewinnung.

1. **Bodenarten und Gewinnungspreise.** Einteilung nach Art der Lösegeräte in nicht zu viele Klassen, weil sonst Unterschiede streitig; beispielsweise gemäss Zahlentafel 24. Ausserdem Gewinnung durch besondere Maschinen für grosse Massen unter geeigneten Umständen; vgl. Bagger und [2].

2. **Auflockerung des Bodens** und demnach grössere Zahl der Ladungen auf 1 cbm, namentlich bei festeren Bodenarten (Fels) zu berücksichtigen, etwa nach folgenden Sätzen:

Bodenart	Auflockerung in % anfangs	Auflockerung in % bleibend
Sand und Kies	10—20	1— 2
Lehm u. dergl.	20—25	2— 4
Keuper, Mergel u. dergl.	25—30	4— 6
Fester Ton	30—35	6— 7
Felsen	35—50	8—25

3. **Sprengarbeit** [3]. Bohrlochtiefe t zunehmend mit dem Lochdurchmesser d. Ladungsgrösse etwa proportional t^2 (indem der Widerstand mit der kegelförmigen Anhaftungsfläche des Minentrichters wächst). Uebliche Werte von t und d:

$t = 30$— 50 cm;	$d = 30$ mm für Pulver;	$d = 23$ mm für Dynamit;
50— 80 „	40 „ „ „	30 „ „ „
80—120 „	55 „ „ „	40 „ „ „

Bei Maschinenbohrung werden die Löcher tiefer als bei Handbohrung, bei Drehbohrung weiter als bei Stossbohrung hergestellt. — Durch Probeschüsse wird das günstigste Verhältnis zwischen Inhalt des gelösten Minentrichters und Aufwand an Bohrarbeit und Ladung ermittelt. — Tägliche Arbeitsleistung z. B. bei zweimänniger Handbohrung und $d = 25$ mm:

ungefähr 6—6,5 m Bohrloch in Sandstein u. dergl.,
„ 2—3 „ „ „ festem Kalkstein u. dergl.,
„ 1,75—2,5 „ „ „ Granit u. dergl.

4. **Gewinnungspreise** auf Grund eines Lohnsatzes von 25 ₰ für die Arbeitsstunde gibt die Zahlentafel 24 („Erdgewinnung"). Bei höherem Lohnsatz (der von Zeit und Ort abhängt) sind die Preise entsprechend höher anzunehmen.

Zahlentafel 24: Erdgewinnung (bei einem Lohnsatze von 25 ₰/Arbeitsstunde, nach Goering).

Klasse	Bodenart	Lösegerät	Arbeitsstunden für 1 cbm	Kosten in Pfennigen für 1 cbm			
				für Arbeit [1])	für Geräte	für Sprengmittel	im ganzen [2])
I.	Gewöhnlicher Stichboden, Sand, Dammerde u. s. w.	Schaufel und Spaten	0,5—1	10—15	—	—	12—20
II.	Schwerer Stichboden, also feiner Kies, sandiger Lehm, leichter Ton u. s. w.	Desgl. (bes. schles. Schaufel) nebst Holz- oder Eisenkeilen u. Schlägel	1,0—1,5	15—35	2—5	—	20—40
III.	Schwerer Lehm und Ton; grober Kies. Mit Steinen durchsetzter Boden; loses Gerölle	Breithacke nebst Keil und Schlägel	1,5—2,3	35—55	5	—	40—65
IV.	Trümmergestein; festes Gerölle; weichere Sandsteine, kleinbrüchiger Schiefer, zerklüfteter Kalkstein	Spitzhacke und Brechstange. Kreuzhacke, Keilhacke (u. Umst. a. Minensprengung)	2,3—4,5	55—110	5—10	—	65—125
V.	Felsen in geschlossenen Bänken; festere Schiefer; Kalk- und Kreidegesteine; festere Sandsteine, Konglomerate u. dergl. (auch „milder Fels" genannt)	Bohrung mit Sprengmitteln und Brecheisen	4,5—6	100—140	10—15	10—30	125—190
VI.	Schwer schiessbares Gestein; Granit, Gneis, Syenit, Quarzfels, Hornstein, Porphyr, Melaphyr, Grünstein. Feste Grauwacke u. s. w.	Desgl. nebst Keil und Hammer (unter Umständen Bohrmaschinen)	6—10	140—180	15—20	30—50	190—260

Bemerkungen. Zu I. bis III.: Wasserhaltigkeit des Bodens erhöht die Kosten bei leichten Bodenarten um 15 bis 20 ₰ für 1 cbm. Zu IV.: Unter Umständen noch eine Klasse als „IV b. Fels ohne Sprengarbeit" mit 100 bis 125 ₰.

[1]) Laden durch einfachen Wurf in niedrige Fördergefässe (Karren) mit einbegriffen. Für Laden in hohe Gefässe unter Umständen Zulage.

[2]) Unter Hinzurechnung eines mässigen Unternehmergewinnes.

Zahlentafel 25. **Erdförderung**

Spalte	Bezeichnungen	I. Schubkarren	II. Handkippkarren
1	a) Ladungszahl für 1 cbm gewachsenen Boden . . . . b) Desgl. für gewachsenen Fels i. M.	15(—16) 17—18	3(—3,5) 3,5—4
2	a) Zahl der Gefässe und Arbeitskräfte in einem Zuge . . . . b) Desgl. bei Steigungsförderung . .	15—20 Karren mit ebensoviel Mann Desgl.	Jede Karre einzeln mit 2 Mann Jede Karre mit 3 Mann
3	a) Förderweite in m . . . . b) Zweckmässige Grenzen in der Regel	10—300; unter 25 m wird 25 m gerechnet $\leq$ 80—100	80—600 $\leq$ 300
4	a) Grösstes noch mögliches Steigungsverhältnis s_{max} . . . . b) Grösstes Gefälle ohne Verteuerung $s_0 = \frac{1}{n_0}$	$^1/_{10}(—^1/_7)$ $^1/_{12}$	$^1/_{17}$ ($^1/_{17}$)
5	a) Zweckmässigste Förderlänge für 1 m Hebung $n_1 = \frac{1}{s_1}$ b) Zweckmässigste Förderlänge für 1 m Fall $n_2 = \frac{1}{s_2}$	18 25	20 35
6	a) Längenzuschlag für 1 m Hebung $\frac{\varDelta}{h} = a + b\,s$ (in m) . . . . . b) Längenzuschlag für 1 m Fall $\frac{\varDelta}{h} = -a + b\,s$ (in m)	$a = \begin{cases} 13 \text{ für Hebung} \\ 9 \text{ „ Fall} \end{cases}$ $b = \begin{cases} 325 \text{ für Hebung} \\ 106 \text{ „ Fall} \end{cases}$	20 350
		Bemerkung: Negative Zuschläge, d. h.	
7	a) Widerstandszahl = Bremsgefälle w b) Zweckmässiges Ladungsgewicht auf wagerechter Bahn Q_0 kg rund . . c) Mittlere Geschwindigkeit der Hin- und Rückfahrt in m/min	$^1/_{20}$—$^1/_{15}$ 84 (schlesische Karre) 50—60	$^1/_{25}$—$^1/_{20}$ 540 50—75
8	Förderpreise in ₰/cbm (einschl. Gerätekosten) für leichten, trockenen Boden [1]		
	Wagerechte Förderung in ₰ einschliesslich der Gerätekosten $k =$ jedoch nicht unter ₰	$6 + 22\,t$ 12	$14 + 9{,}2\,t$ 16
9	a) Steigungszuschlag für h m Hebung auf vorgeschriebener Neigung s; h im Planum gemessen; s in $^0/_{00}$ . . . . ₰ $z =$	$3\,h + 0{,}07\,s$	$2\,h + 0{,}3\,s$
	b) bei kurzer (Quer-) Förderung, wenn $l < \begin{Bmatrix} n_1 h_0 \\ n_0 h_0 \end{Bmatrix}$, jedoch Wahl der Neigung		
	1. Hebung des Schwerpkts. Förderweite $l = n_1 h_0 =$ dazu z für h_0 auf s_1	$18\,h_0$	$20\,h_0$
	oder im ganzen reduz. Förderlänge $l_0 = (a + 2\sqrt{b})\,h_0 =$	$50\,h_0$	$60\,h_0$
	2. Senkung des Schwerpunktes $l = n_0 h_0 =$ ohne Zusatz . .	$12\,h_0$	$17\,h_0$

[1]) Für mittlere und schwere Bodenarten steigen die Preise bis 25 %, für Fels bis 50 %, bei stark wasserhaltigem Boden um 12 bis 15 %. Die Formeln entsprechen alsdann etwa den Angaben von Gust. Meyer im Handb. d. Ing.-Wissensch., Bd. 1, 3. Aufl., 1897, S. 79—84. Ferner v. Willmann in Essenborns Tiefbau, 1904.

(nach Goering).

III. Pferdekippkarren	IV a. mit Menschen	IV b. Wagen auf Rollbahn mit Pferden	IV c. mit Lokomotiven
2—2,25 2,5	Wageninhalt bei Schmalspur 0,5—2,5, in der Regel 1—1,25 cbm Desgl. bei Vollspur 2,5—4,5 cbm		
2 K. (bis 4) auf 1 Pf. auch 4—6 K. auf 2 Pf.	1 Wagen mit 1—2 Mann	4—6 Wagen zu 1,5 cbm auf 1 Pferd	10—36 Wagen auf 1 Tendermaschine
Bis 1 K. auf 1 Pferd	1 Wagen mit 2—3 Mann	3—1 W. auf 1 Pf., od. 1 W. zu $2\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{5}$ cbm auf 1 Pf.	Entsprechend weniger
300—1500 (Bei grosser Masse ist stets IV. zweckmässiger) ≥ 500	80—1000 $M \geq 10\,000$ cbm < 500	300—2000 $M \geq 20\,000$ cbm ≥ 500	Schon von 500 m an, wenn $M > 50\,000$ cbm und die mittlere Entfernung gross ist
$1/17$	$1/33$—$1/25$	bis $1/20$	Abhängig vom Bau der Lokomotiven;
$1/20$	$1/50$—$1/60$	$1/50$—$1/60$	
25	60—80	60—80	
40	100—120	100—120	
25	80	71	
520	3870	3560	

Abzüge werden in der Regel nicht berechnet.

$1/35$—$1/25$	für IV im Mittel 83 ‰, jedoch sehr abhängig von Güte der Bahn		
700	1500	3100	—
66—75	60—75	70—75	300—400

t = Förderweite in Stationen zu 100 m; M = Fördermasse in cbm[2])

$26 + 5\,t$	$12 + \left(2{,}5 + \frac{K_a}{M}\right)t$	$17 + \left(1 + \frac{K_b}{M}\right)t$	$20 + \left(0{,}5 + \frac{K_c}{M}\right)t$
35	25	30	30
$h + 0{,}5\,s$	$2{,}5\,h + 0{,}25\,s$	$h + 0{,}6\,s$	$0{,}25\,h + 0{,}75\,s$

durch Umwege freisteht, ist zu rechnen (h_0 = Hebung des Schwerpunktes):

$25\,h_0$	$60\,h_0 - 80\,h_0$	$60\,h_0 - 80\,h_0$	Abhängig vom Bau der Lokomotiven
$70\,h_0$	$200\,h_0$	$200\,h_0$	
$20\,h_0$	$50\,h_0 - 60\,h_0$	$50\,h_0 - 60\,h_0$	

2) K_a, K_b, K_c = Kosten von 100 m Rollbahn in Pfennigen, soweit sie für die betreffende Erdarbeit anzurechnen sind. Beispielsweise $K_a = 20000$; $K_b = 30000$; $K_c = 50000$.

Die Zahlenwerte der Spalten 4 bis 6 und 9b sind ermittelt nach Winkler, Unterbau, 3. Aufl., 1877. Ueber die Zahlenwerte der Spalte 9a (Steigungszuschläge) s. Goering, Massenermittlung u. s. w., 4. Aufl., 1902.

B. Erdförderung.

Uebliche Förderarten:

I. Schubkarren auf hölzernen oder eisernen Karrenfahrten (Dielen);
II. Handkippkarren (zweirädrig) desgl.;
III. Pferdekippkarren (zweirädrig) desgl. auf Bohlen mit Spurleisten;
IV. Rollbahn oder Dienstbahn (Spurweite von 0,6—1 m, selten darüber); vierrädrige Wagen, und zwar:
a) Betrieb mit Menschen,
b) „ „ Pferden,
c) „ „ Lokomotiven (kleine Tendermaschinen von 20—120 PS.) — s. oben.

Diese Förderarten (I. bis IV c.) liegen der Zahlentafel 25 über Erdförderung zugrunde. Die Tafel enthält alle erforderlichen Angaben. Die Förderung mit der Schaufel durch „einfachen Wurf" (bis 5 m weit oder 1,5—2 m hoch) pflegt im Gewinnungspreis enthalten zu sein; mit doppeltem Wurf (nur für kleine Mengen) besonders zu vergüten.

Erläuterungen zur Zahlentafel 25:

1. Wahl der Förderart.

Beginn jeder Erdarbeit mit einfachem Wurfe oder mit Schubkarren; daran schliesst sich sehr bald die Förderart, die für die ganze übrige Masse der Arbeitstelle beibehalten werden soll, in der Regel ohne Zwischenstufe. Deshalb ist bei der Massenverteilung für jede Arbeitstelle eine bestimmte Förderart vorauszusetzen und dieser entsprechend der Förderungspreis anzurechnen. Die Entscheidung darüber gibt Spalte 8 der Tafel, indem bei einer versuchten Verteilungsart die ungefähren Massengrössen und mittleren Förderweiten überschlagen werden. Beide findet man unmittelbar in Gestalt von senk- und wagerechten Längen im Massenprofil. — Die Hebungen, zunächst nur geschätzt für die etwaigen Schwerpunktwege, sind bei Längenförderung zu messen zwischen den Schnitten der Schwerlinien mit dem Planum und ergeben sich dann aus dem Längen- oder Flächenprofil. Bei der Querförderung sind die Querprofile zur Ermittlung der Schwerpunkte und deren Höhenunterschiede zu benutzen.

Die Förderung ganz kleiner Massen auf grosse Entfernungen wird teurer, als die Formeln angeben, und ist durch Ablagerung oder Seitenentnahme zu ersetzen.

2. Berechnung der Förderkosten.

Nach Feststellung der Verteilung und Wahl der Förderart für jede Arbeitsgrösse ergibt Spalte 8 die Förderpreise für wagerechte Bahn und Spalte 6 die Steigungszuschläge in Längen oder, besser, Spalte 9a die Steigungszuschläge in Pfennigen, alles für die Schwerpunktwege (bei Längentransport auf das Planum projiziert) berechnet. — Spalte 9b ist zu beachten, sobald die gerade Schwerpunktentfernung kleiner ist als die der Förderart entsprechende zweckmässige Steigungslänge $n_1 h_0$ (bezw. $n_0 h_0$), jedoch die Verlängerung der Förderbahn durch Umwege freisteht, was bei Querförderung meistens der Fall ist.

Preistafeln an Stelle der Formeln zu bequemerer Benutzung. Für jede Förderart erhält man die Preistafel entweder durch fortschreitende Ausrechnung nach der betreffenden Formel der Spalte 8 oder, weit einfacher, durch Auftragen der Formel (z. B. auf Netzpapier) in Gestalt einer geraden Linie. Dazu genügt die Berechnung für zwei Punkte, z. B. $t = 0$ und $t = 2000$ m. Massstab der Längen gleich dem des Längenprofils, der Ordinaten: 1 mm = 1 ₰. Die Schnittpunkte der Linien zeigen sofort die Entfernungen, bei denen eine Förderart billiger wird als die andre.

Allgemeine Preistafeln ohne Berücksichtigung der Förderarten fast überall verschieden. Zu beachten, ob einschliesslich oder ausschliesslich Gerätekosten; im letzteren Falle dafür besondere Zulage von 10—15 % der Förderkosten bezw. auch der Gewinnungskosten. Die Benutzung solcher allgemeinen Tafeln, d. h. also die Vernachlässigung der Förderart und der Massengrösse, die bei Rollbahn von grossem Einflusse ist (s. Gustav Meyer, S. 87), ist noch sehr

üblich, verursacht aber erhebliche Abweichungen vom wirklichen Vorgange und deshalb folgenschwere Unzuträglichkeiten bei der Ausführung, namentlich wenn erhebliche Steigungen vorkommen und dafür nur ein gleichbleibender Längenzuschlag gerechnet wird. Bei der angedeuteten zeichnerischen Behandlung ist das Verfahren mit Berücksichtigung der Förderarten und Steigungszuschläge nicht schwieriger als ohne solche. — Beispiele gerechneter allgemeiner Preistafeln s. Gustav Meyer a. a. O., S. 86.

3. Bezüglich der weiteren Massregeln bei der Ausführung enthalten die Spalten 1—5 und 7 der Zahlentafel auf S. 92 und 93 die erforderlichen Angaben.

Im übrigen s. a. [4] und S. 138.

Endlich sei noch in diesem Zusammenhang der sog. „Rapid Unloader" der Lidgerwood Manufacturing Co.[1]) in New York gedacht, die mit Hilfe eines von einer Dampfwinde mittels Seiles gezogenen Pfluges Erdtransport-Eisenbahnwagen durch Seitenklappen hindurch oder unmittelbar über die Plattformränder hinweg entladen. Die Maschine entnimmt den Dampf dem Kessel der Lokomotive, die, wenn es sich um die Entladung an einer bestimmten Stelle handelt (in Abb. 231 nur 15 m lang), der Pflugbewegungsrichtung mit gleicher Geschwindigkeit entgegenfährt. Besonders bei Dammbauten, Gleisverlegungen u. s. w. ist dieses Verfahren in Amerika bereits sehr verbreitet. In einem mir bekannten Falle handelte es sich um die Verfüllung eines rund 400 m langen Hilfsgerüstes für einen Damm von 160000 cbm Inhalt. Die Förderkosten beliefen sich auf rund 25 ₰/cbm [5].

Literatur: [1] Nach A. Goering (†), „Hütte", 19. Aufl., II. Teil, S. 531 ff. — [2] v. Willmann, und Wegele, im Handb. d. Ing.-Wissensch., I. Teil, Bd. 2, Kap. 1 und 2. — [3] Ebend., I. Teil, Bd. 2, Kap. 1; ferner Werke über Tunnelbau. — [4] Luegers Lexikon der gesamten Technik, 2. Aufl., Bd. 3, S. 491: Erdförderwagen. — [5] Buhle, T. H., III, S. 61 (Schnellentladung von Erdwagen für Dammschüttungen nach dem Verfahren des Lidgerwood Mfg. Co. in New York; vgl. a. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1368).



Abb. 231. Schnellentladung nach Lidgerwood in New York.

5. Fabrikbahnen.

Die Fabrikbahnen bilden ein einflussreiches Hilfsmittel zur Verringerung der Entstehungskosten eines Fabrikates durch Erhöhung der Leistungsfähigkeit infolge Beschleunigung der Arbeiten. Vgl. a. [1].

Wenn eine Fabrikbahn täglich nur den Lohn für einen Arbeiter im Betrage von 2,50 ℳ sparte, so würde diese jährliche Ersparnis von 750 ℳ, mit 5 %

[1]) Vgl. auch Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1368.

kapitalisiert, eine Anlage von 15000 ℳ gestatten; im allgemeinen ist die Ersparnis an Arbeitslöhnen viel höher. — Die Fabrikbahnen sind gleislos oder mit Schienengleisen ausgestattet, letztere werden bodenständig bezw. auf Gerüsten, oder schwebend (Luftseil- oder Schwebebahnen, s. d.) angeordnet. Betrieb durch Menschen, Zugtiere, Seil oder Kette (s. Gleisseilbahnen und Kettenbahnen), Dampf-, Benzin-, Spiritus-, Petrol- u. dergl., Druckluft- oder elektrische Lokomotiven (s. d.). Da Drehscheiben und Schiebebühnen im Interesse der Stetigkeit des Betriebes möglichst zu vermeiden sind, so werden kleine Krümmungshalbmesser der Kurven angestrebt (bei Hunt-Pohlig nur 3,66 m bis Mitte des 546 mm-spurigen Gleises; zu dem Zweck sitzen die Spurkränze aussen, und die äussere Kurvenschiene ist so geformt, dass das äussere Rad auf dem Flansch läuft, während das innere Rad auf dem Kranz rollt [Abb. 232, Kegellauf]).



Abb. 232. Schienenanordnung für Fabrikbahnen in Gleiskurven (nach Hunt).

Den Bau von Fabrikbahnen übernehmen Friedr. Krupp, A.-G., in Essen; Hörder Bergwerks- und Hüttenverein; A. Koppel, A.-G., in Berlin, sowie für Schwebe- oder Luftbahnen A. Bleichert & Co. in Leipzig; J. Pohlig, A.-G., in Cöln, A. Koppel, A.-G., u. a. Ueber die Einschaltung von selbsttätigen Rollbahn- und Hängebahnwägevorrichtungen s. [2] und S. 85. — Vorteile von schwebenden Fabrikbahnen (Abb. 233—236) [3]: Die Bodenfläche unterhalb der Bahn bleibt vollständig frei oder wird von ihr nur wenig in Anspruch genommen; Unabhängigkeit des Betriebes von Witterungseinflüssen, grosse Sicherheit für den übrigen Verkehr und gute Anpassungsfähigkeit an örtliche Verhältnisse (Unebenheiten des Bodens u. s. w.), geringe Anlage- und Betriebskosten. Nachteile: Seitliche Schwankungen (Wind, Kurven) nicht völlig zu vermeiden; zuweilen Unzugänglichkeit der Wagen ausserhalb der Stationen. — Einzellasten von 300—1200 kg (günstigste Verhältnisse bei 500—700 kg); ein Arbeiter schiebt einen Wagen von 1000—1200 kg. Bei Elektrohängebahnen Fahrgeschwindigkeit 0,5—2 m/sk. — Ueber Gleisführung u. s. w. von Fabrikbahnen s. [4].

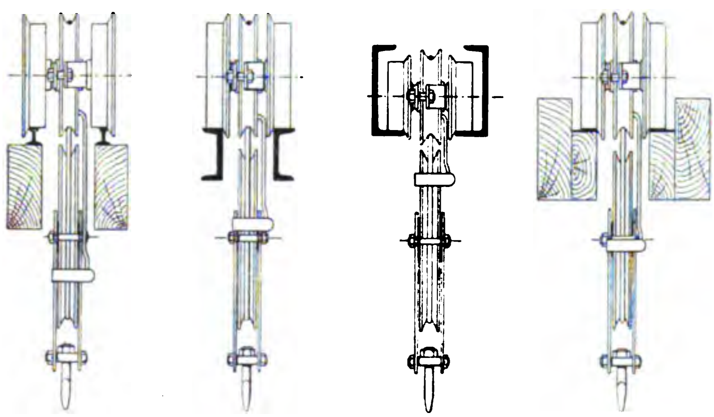


Abb. 233—236. Schwebende Fabrikbahnen.

Literatur: [1] Martens, Dinglers Polyt. Journ. 1906, S. 9 ff. — [2] Buhle, T. H., II, S. 142 ff. — [3] Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1900, S. 1097. — [4] Ebend. 1904. S. 522 ff., insbesondere S. 655 ff. (Möller).

b) Senkrechte oder stark geneigte Förderung.

1. Von unten nach oben.

α) **Aufzüge, Fördermaschinen u. s. w.** Zum Heben und Aufziehen von Sammellasten, Säcken, Fässern u. s. w. dienen Reibungswinden [1] von 150 bis 200 kg Tragfähigkeit. — Ferner sind in Speichern sehr verbreitet die deutsche Handwinde und Presswasserwinden [2]. — Tragfähigkeit von Lagerhauswinden im allgemeinen 700 - 800 kg. Hubgeschwindigkeit bei maschinellem Antrieb rund 1—1,5 m/sk. Für Keller meist besondere Aufzüge oder Hebebühnen zwischen

Kellersohle und Erdgeschoss (Tragfähigkeit ∼ 1200 kg); vgl. a. Bodenspeicher. Ferner Presslufthebezeuge (Oetling, Strehla a. E.) für Fässer, Kisten, Bleche, Wellen, Träger u. s. w. [3].

Literatur: [1] Buhle, T. H., II, S. 108 ff.; ferner Ernst, Hebezeuge; Böttcher, Krane; Kammerers Studie, Die Technik der Lastenförderung einst und jetzt, u. s. w. — [2] Ohrt, Baukunde d. Arch., 2. Bd., 1. Teil, Abschn. IV. — [3] Buhle, T. H., II, S. 71 ff. (Welt der Technik, 1903, S. 79 ff.).

β) Der **Hunt-Elevator**[1]) (Abb. 237; vgl. a. Abb. 56), ausgeführt von J. Pohlig, A.-G., in Cöln [1], wird feststehend oder fahrbar (Fahrgeschwindigkeit 0,2 m/sk) gebaut und zum Entladen von Schiffen, Eisenbahnwagen (s. Schwerkraftbahnen) und Tiefbehältern (s. d.) (tiefliegenden Sammelräumen) benutzt, sowohl für Kübel- als Selbstgreiferbetrieb (s. Kübel, Greifer) für jede Leistung bis zu 100 t/st. Auf einem turmartigen hölzernen oder eisernen Gerüst sitzt fest oder seitlich drehbar oder auch nach oben aufklappbar ein gerader oder parabolisch (s. unten [2]) geformter Schrägausleger A, auf dem eine das Fördergefäss F tragende Laufkatze K fahrbar angeordnet ist. Beim Aufwickeln des Seiles (Geschwindigkeit bis 1,5 m) auf die Trommel einer Dampf- oder elektrischen Winde W wird das Fördergefäss zuerst senkrecht gehoben bis zu einem Nocken der Katze, die alsdann auf dem Ausleger läuft; kurz vor dem oberen Ende entleert das Fördergefäss seinen Inhalt selbsttätig in einen Füllrumpf R. Rücklauf mit grösserer Geschwindigkeit durch Eigengewicht bis zu einem verstellbaren Prellklotz P. Gerade Schrägausleger erhalten 30° Neigung gegen die Wagerechte und Seilzüge von 500—700 kg, 1000—1500 kg oder 1500—3000 kg; parabolische Ausleger werden mit besonderen Winden für 1 t- und 2 t-Greifer ausgerüstet. — Bei der Parabelform wird erreicht, dass die Resultante von den beiden vom Laufwagen ausgehenden Kettenspannungen normal zu stehen kommt auf dem Ausleger, so dass der Laufwagen stehenbleibt während der Zeit, wo der Greifer von der Luke des Schiffes bis zum Buffer des Laufwagens gehoben wird. In Abb. 238 ist $Q = P =$ den Kettenspannungen am Laufwagen, folglich $\measuredangle QAR = \measuredangle RAP$. Da nun die Tangente AT der Parabel mit der Achse OX bezw. mit der Parallelen zu derselben MQ denselben Winkel bildet wie mit dem Brennstrahl AB (allgemeine Eigenschaft der Parabel), so ist $\measuredangle NAQ = \measuredangle TAB$. Also ist $\measuredangle NAR = \measuredangle RAT = {}^1/_2(180^0) = 90^0$, folglich steht die Resultante R in jedem Punkt senkrecht auf der Bahn des Laufwagens, d. h. es ist keine Komponente vorhanden, welche während des senkrechten Hubes der Last den Wagen an der Laufbahn hinaufzieht.

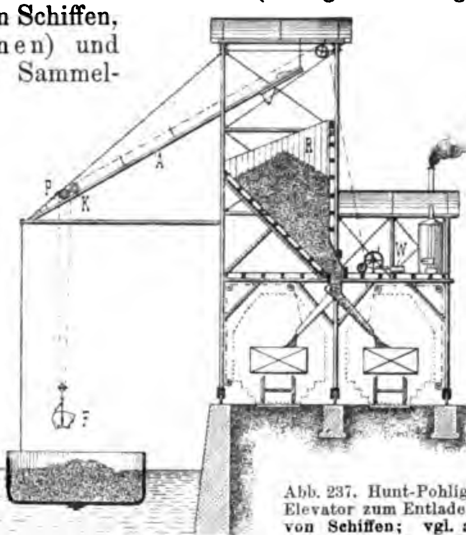


Abb. 237. Hunt-Pohlig-Elevator zum Entladen von Schiffen; vgl. a. Abb. 51, 56—58 u. 290.

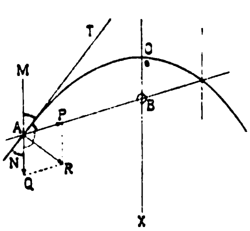


Abb. 238.

Die Hunt-Gesellschaft in New York [3] (Vertreter J. Pohlig, A.-G., in Cöln-Zollstock) war eines der auch zeitlich ersten Häuser für den Bau von Kohlenfördermaschinen. An dieser Stelle sei an dem Entwicklungsgange der Huntschen Einrichtungen kurz zugleich die **wirtschaftlich-technische Entwicklung dieses ganzen Gebietes** geschildert.

[1]) Elevator ist ein gebräuchlicher Ausdruck 1. für eine besondere Art von Aufzügen in Hotels, Waren-, Geschäftshäusern u. s. w. (s. Aufzüge [1]); 2. speziell für Hunt-Pohligsche Löschvorrichtungen; 3. für Becher-, Paternoster- und Schöpfwerke (s. unten); 4. pneumatischer Elevator (s. Druckluftförderer); 5. für Zellenspeicher, Getreidesilos (s. Silospeicher). Im übrigen vgl. a. Massentransport.

In den Häfen von Indien, Afrika, Westindien und Südamerika wird bis auf den heutigen Tag das früher durchgängig angewandte Verfahren zur Be- oder Entladung eines Kohlendampfers befolgt: 50—150 auf der niedrigsten Stufe der Zivilisation stehende Männer und Frauen tragen die Kohlen auf ihren Köpfen in Körben oder dergl. und leisten für wenige Pfennige auf diese Weise im Tage 3—4 t. In manchen Häfen, wie z. B. in New Orleans, ist in der Benutzung von Schubkarren schon ein Fortschritt zu verzeichnen. Etwa 20 Kärrner bilden einen Zug, und jedes Boot besitzt zwei solcher Züge. Im Durchschnitt leistet bei diesem Verfahren ein Mann rund 6 t im Tage. In St. Louis sind an die Stelle der Schubkarren schmalspurige Schienenwagen getreten. Durch die Benutzung von Pferden zum Verfahren der Karren oder Wagen stieg die Leistung auf 10 t pro Mann und nach Erfindung der selbstkippenden Gefässe auf 12 t. Noch günstiger gestaltete sich der Betrieb durch Einführung einer Art Pferdegöpel; doch der grösste Fortschritt wurde durch Hunts selbsttätige Bahn erzielt, bei der lediglich die Schwerkraft zur Wirkung kommt. Der gefüllte, von niemand begleitete Wagen (s. Schwerkraftbahnen) läuft nach erfolgter Abwägung die geneigte Bahn hinab, schüttet an einer bestimmten Stelle seinen Inhalt aus und kehrt nun selbsttätig infolge des Antriebes durch ein auf S. 26 ff. näher beschriebenes Gegengewicht zum Ladeplatz zurück. Ein Mann genügt zur Einlagerung von Kohle in 150—180 m Entfernung vom Schiff. Da die Bahn über 15 t/st liefern konnte, so bedurfte man dreier Schaufler im Schiff; eine kleine Dampfwinde diente zum Heben des Kübels. 15 t/st wurden nun mit fünf Mann geleistet oder 25—30 t für den Mann und Tag. Auf die Grundrissführung solcher selbsttätigen Bahnen ist bei der Behandlung der Lagerungsarten näher eingegangen (s. Haufenlager).

Eine weitere Verbesserung führte Hunt durch seinen während des Entladevorganges nicht schwingenden oder drehbaren Elevator mit anfangs wagerechter, später geneigter Bahn, welche über das Schiff hinüberreicht, herbei (Abb. 237). Dadurch wurde eine Leistung von 35—40 t für den Mann und Tag erreicht. Nun wurde die Ladung der Förderkübel vergrössert (s. Kübel) und die Geschwindigkeit der bewegten Teile erhöht, dadurch aber ein rascher Verschleiss des Hubseiles herbeigeführt. Nach vielen Versuchen gelang es Hunt, auch diesen Uebelstand durch sein Patentseil zu beseitigen, das eine zwei- bis dreimal grössere Dauerhaftigkeit als das früher benutzte Kabel besass. Auch die Seilrollen, Aufhängeelemente, Blocks u. s. w. wurden nach jeder Richtung hin vervollkommnet.

Das Einschaufeln der Kohle war indes eine kostspielige Arbeit; die in einzelnen Häfen 35—65 ₰/t betragenden Löhne ergaben für den Arbeiter Tageseinnahmen von 17—33 ℳ. Zur Verminderung dieser Ausgaben und zur gleichzeitigen Erhöhung der Tagesleistungen wurden selbsttätige Greifer (s. d.) erdacht, die sich im Boote füllen und über dem Lager entleeren, dabei jedesmal 1—$1^1/_2$ t Kohle befördernd. Die bedeutenden Vorteile der Greifer liegen darin, dass sie sich selbsttätig füllen und sich ebenso bei der Ankunft über dem Trichter im Elevatorturm selbsttätig entleeren, den Bruch der Kohle und die Löschungskosten vermindern, die Schnelligkeit und auch die Sicherheit aber wesentlich erhöhen. Ein Mann genügt zum Lenken und Verholen von Greifer und Schiff. Aber da nun Greifer und Last zusammen annähernd 3 t wogen, so wurde eine bedeutende Verstärkung der Dampfwinde erforderlich.

Um einen langsamen Hubbeginn, dann eine möglichst grosse Schnelligkeit, darauf eine Verlangsamung in der Nähe des geneigten Auslegers, hierauf wieder eine grössere Geschwindigkeit und eine Abnahme bis zum Stillstand an der Auskippstelle zu erreichen, hat man in höchst sinnreicher Weise die den Dampfzutritt regelnde Drosselklappe der Dampfwinde nicht von der Maschinenwelle, sondern von der Kettentrommel abhängig gemacht, welche den Regulator treibt.

Der 1 t schwere Greifer legte seinen ganzen Weg in durchschnittlich 45 Sekunden zurück und würde demgemäss theoretisch 100 t/st liefern; doch sei als Durchschnittsmass für das Löschen von Kohlen 50—60 t/st für jede Luke angegeben. Dabei ist ein Mann im Schiff erforderlich, einer an der Winde

und einer an der Wage bezw. an der selbsttätigen Bahn; drei Mann können mithin 500—700 t am Tage ausheben. So ist durch die Anwendung von neuartigen Maschinen die Leistungsfähigkeit eines Mannes von 3 auf mehr als 200 t in 10 Stunden, d. h. im Verhältnis 70 : 1 gewachsen. Dabei ist die körperliche Anstrengung kleiner und der Lohn fast um 5% gegen damals grösser geworden. Trotzdem betragen die Förderkosten meist weniger als 3 cts/t (13 ₰) und sind zuweilen bis auf 1,1 ct/t (5 ₰) heruntergegangen — unter Förderkosten verstanden die Ausgaben für das Löschen der Schiffe, das Heben um 9—27 m, das Verwägen, die Beförderung zu den 60—90 m entfernten Lagern und die Einlagerung daselbst in grosse Haufen, in Silozellen oder Taschen, aus denen die Kohle jederzeit schnell in Fuhrwerke beliebiger Art abgezogen und dabei gesiebt bezw. überhaupt veredelt werden kann.

Literatur: [1] Buhle, Glasers Annalen 1898, II, S. 49 ff. (Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 52 ff.); Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1251 ff. (T. H., I, S. 39 ff.); Ders., T. H., III, S. 6 u. S. 168 ff.; Weiss, A., Das neue Gaswerk der Stadt Zürich in Schlieren, Zürich 1900, S. 5 u. Taf. I. — [2] Buhle, Glasers Annalen 1898, II, S. 49 (T. L. S. 52); vgl. a. Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen 1907, S. 269. — [3] Reuleaux, Glasers Annalen 1895, Nr. 432, S. 233 ff.; vgl. a. ebend. 1896, Nr. 445, S. 1 ff.

Passend schliessen sich hier die Kübel und Greifer an:

γ) **Kübel** (Förderkübel, Fördergefässe, mechanische Schaufeln [s. a. Kratzer], Schalen, Mulden), dienen wie Greifer (s. d.) zum Löschen und Laden von Massengütern, wie Getreide, Kohlen, Koks, Erzen, Mörtel, Müll u. dergl.; s. a. Elevator (Hunt-Pohlig), Hängebahnen, Krane für Massentransport (Dreh- und Hochbahnkrane), Konveyor (Becher), Schrägaufzüge, Luftseilbahnen, Massentransport und [1].

Während das Entleeren der Kübel meist selbsttätig geschieht, und zwar durch Kippen (Abb. 239—243) [2] oder Oeffnen des Bodens (Abb. 244 und 245) [3], bezw. der Schalenhälften (Abb. 246—249) [4], erfolgt die Füllung entweder A. von Hand (Abb. 239—242 und 244), durch Gurt-

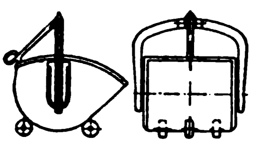


Abb. 239 u. 240. Kübel von Hunt-Pohlig.



Abb. 243. Kübelkatze (3 cbm Inhalt) für Hochofenbegichtung von A. Bleichert & Co. in Leipzig; vgl. Abb. 289.

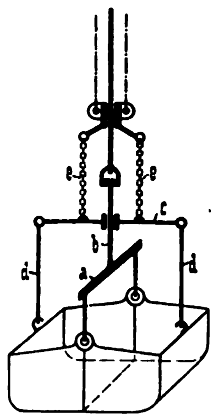


Abb. 246. Jägerscher Kübel von 8 t Fassung und 2 t Eigengewicht (Uerdingen).

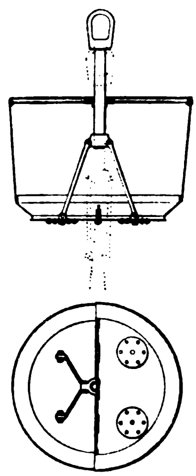


Abb. 244 u. 245. Englischer Kübel.

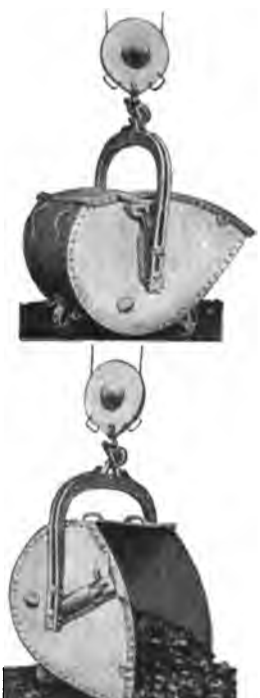


Abb. 241 u. 242. Bleichertsche selbstentleerende Förderkübel.

förderer (Lesebänder), Greifer, Bagger, aus Hochbehältern (s. d.) u. dergl. (Abb. 243 und 246—249), oder B. selbsttätig durch schräges Aufziehen mit Hilfe von Schaufelkübeln mit Zinken (Abb. 250—254) [5] und [14].

A. Die zum bequemen Verschieben auf den Lagern oder in den Schiffen mit 3 oder 4 Gussstahlrädern versehenen Kübel (Abb. 239—242) sind gefüllt vorn schwerer als hinten, leer umgekehrt, daher nach dem Ausschütten Zurück-

schwingen in die aufrechte Lage. Die Form der Kübelmulde bietet noch den wesentlichen Vorteil, dass die einzelnen Stücke des Gutes beim Entleeren sich untereinander nur wenig verschieben und daher vor Beschädigung bewahrt sind. Sicherung gegen willkürliches Drehen bezw. Entladen z. B. durch einen am Tragbügel drehbaren und durch einen Anschlag am Füllrumpf auszulösenden Stützhebel (Abb. 239 und 240) [6]; vgl. a. [7]. — Beim Entladen von Schiffen wendet

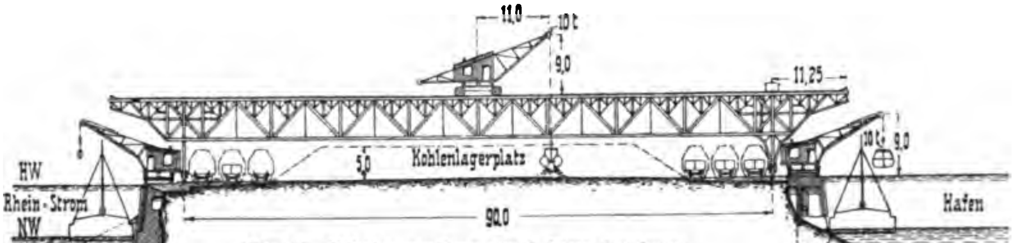


Abb. 247. Kübelverwendung von J. Jäger, Duisburg; vgl. Abb. 376.

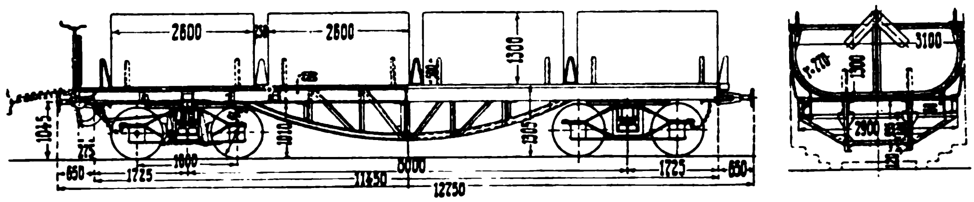


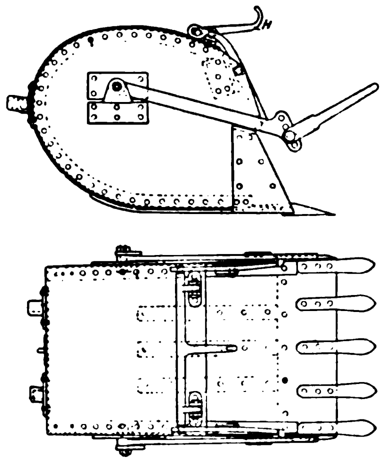
Abb. 248 und 249. Vierachsiger Kübelwagen der Waggonfabrik-A.-G. Uerdingen.

man im allgemeinen drei Kübel an, die nacheinander vom **Kran** oder **Hunt-Elevator** (s. d.) gehoben und entleert werden. Beim Entladen von **Eisenbahnwagen** stürzt man, wenn die Anlage von **Kippern** (s. d.) sich nicht lohnt, zweckmässig das Gut aus den geöffneten Seitentüren der Wagen in einen Erdfüllrumpf (s. **Tiefbehälter**) [8], zieht es aus diesem durch eine Ladeschurre (s. **Rutsche**) mit Schieberverschluss in den Kübel ab, d. h. verwendet an jedem Kran bezw. Rumpfe nur je einen Kübel. Vgl. a. Abb. 247 und 248 und **Selbstentlader**. — **Pohlig** stellt diese Kübel (Abb. 239 und 240) in folgenden Grössen her:

Kübelinhalt	in hl	5	7	9	12	15	20
Gewicht für Erz . .	„ kg	340	390	430	550	630	700;

Bleicherts Kübel (Abb. 241 und 242) fassen $^1/_2$, $^3/_4$, 1, $1^1/_3$, $1^3/_4$, $2^1/_2$ und 3 cbm (**Kübelwagen** [9] in denselben Grössen).

Kübelkatzen (Abb. 243) [10] finden hauptsächlich Verwendung bei **Schrägaufzügen** (s. d.), Kohlenförderung nach **Hochbehältern** (s. d. und **Kesselhäuser**), Aschenförderung aus tiefliegenden Gruben u. s. w. Sie sind in einem fahrbaren Rahmen derart aufgehängt, dass sie sowohl senkrecht wie auch auf schräger Laufbahn aufgezogen werden können, wobei der Kübel unabhängig von dem Fahrrahmen mittels besonderer an ihm befestigten Rollen zwangläufig geführt wird. Das Umkippen



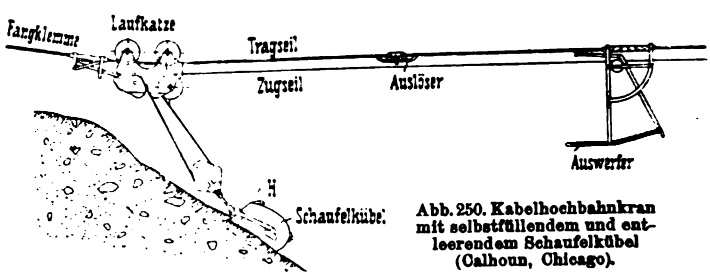


Abb. 250. Kabelhochbahnkran mit selbstfüllendem und entleerendem Schaufelkübel (Calhoun, Chicago).

Abb. 251 u. 252. Schaufelkübel von Calhoun, Chicago.

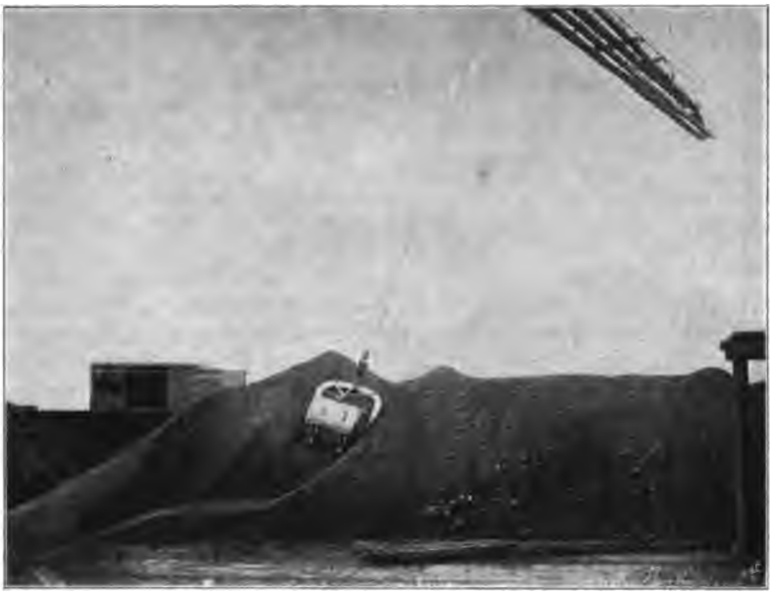


Abb. 253. Schaufeleimer von Brown in Cleveland.

über der Gicht geschieht selbsttätig durch Führung der Leitrollen in einer entsprechenden Kurve (vgl. a. Kipper). Bei stückigen Erzen, die sich namentlich bei starkem Schneewetter und anhaltendem Regen oft nur schwierig mit Greifern (s. d.) behandeln lassen, werden z. B. in Walsum a. Rh. vorteilhaft zweiteilige Kübel (vgl. die Hoppeschen Förderkasten [11]) von rund 3 t Fassung, für Kohlen solche für 8 t Nutzlast (Abb. 246—249) [12] verwendet (vgl. a. Abb. 376). Sie werden entweder durch die Uferdrehkrane (Abb. 247) von den Wagen (Abb. 248 und 249) [13] abgenommen und in die Schiffe abgeladen oder durch die Hochbahndrehkrane auf den Lagerplatz entleert. Leistung 150 (bis 300) t/st. Die Kübel werden mittels eines Querstückes *a* (Abb. 246) an den mittleren Haken gefasst und hochgehoben; das Querstück hängt mit der Stange *b* drehbar am Kranseil, und auf dieser Stange ist ein zweites Querstück *c* senkrecht verschiebbar, von dessen Enden Haken *d* herabhängen, die in die äusseren Haken der Kübel fassen. Das Querstück *c* kann durch besondere Zugketten *e* angehoben werden, worauf sich der Kübel öffnet; beim Nachlassen der Ketten schliesst er sich infolge des Eigengewichtes seiner Hälften und des Querstückes *c*.

B. Den Vorgang des selbsttätigen Füllens eines Zinkenschaufelkübels erläutert die schematische Abb. 250. Der Kübel (Abb. 251 und 252) wird an der Böschung eines Haufenlagers mittels des Zugseiles von einer Windentrommel aufwärts gezogen, dann zu der während dieses Zeitabschnittes an der Fangklemme des Tragseiles gehaltenen Laufkatze gehoben und hier selbsttätig befestigt. Durch den Kupplungsvorgang löst sich der Wagen von der Fangklemme und wird nun von dem Zugseil zum Auswerfer gezogen, woselbst er ausgekippt wird. Durch ein zweites Zugseil wird die Katze wieder zur Füllstelle befördert und überschreitet dabei den nur auf dem Rückwege in Tätigkeit tretenden Auslöser, welcher die lose Rolle des Wagens freigibt, so dass der Kübel wieder zum Erdboden gelangen kann [5].



Abb. 254. Brownscher selbstfüllender Schaufeleimer.

Die Abb. 253 und 254 [14] veranschaulichen Brownsche Schaufeleimer (Cleveland). Die Arbeiter handhaben solche Schaufeln leicht und schnell; bei gutem Schrägaufzug werden in einem Hub bis zu 5 t dem Lagerhaufen entnommen.

Literatur: [1] Buhle, T. H., III, S. 320; ferner Glasers Annalen 1907, II, S. 159 (Abb. 5). — [2] Ders., ebend., S. 142 (Zeitschr. f. Arch. u. Ingenieurw. 1905, S. 430) und Glasers Annalen 1898, II, S. 66 ff. — [3] Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 235 ff. — [4] Buhle, T. H., III, S. 274 („Stahl und Eisen" 1906, S. 856 ff.). — Ders., ebend., I, S. 92 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1096 ff.). — [6] Ders., „Hütte", 19. Aufl., 1. Teil, S. 1287. — [7] v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 268; 1906, S. 690 ff. — [8] Buhle, Glasers Annalen 1898, II, Tafel IV (Gasanstalt Zürich). — [9] Ders., T. H., III, S. 142 (s. [2]). — [10] Ders., ebend., S. 251 ff. („Stahl und Eisen" 1906, S. 652 ff.) und S. 256, Fig. 51. — [11] Ders., Glasers Annalen 1898, II, S. 71. — [12] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1803 ff., und Berkenkamp, Zeitschr. f. Bauwesen, Heft 7—9. — [13] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 2124. — [14] Buhle, T. H., III, S. 77; s. a. v. Hanffstengel, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1626 ff.

δ) **Greifer** (Selbstgreifer, Zangengreifer, Greifbagger, s. a. Löffelbagger [Drehkrane] und Eimerkettenbagger [Konveyor], Drehschaufelbagger, Exkavatoren), Abb. 255 und 256, [1] dienen zur Ausführung von Erdarbeiten sowie zum Verladen von Getreide, Kohlen, Koks, Müll, kleinen Eisenteilen und Masseln (in Verbindung mit Magneten) u. s. w., d. h. also von körnigen und stückigen Stoffen (s. a. Elevator und Massentransport). — Man unterscheidet **Seil-** bezw. **Ketten**greifer und **Stiel**greifer.

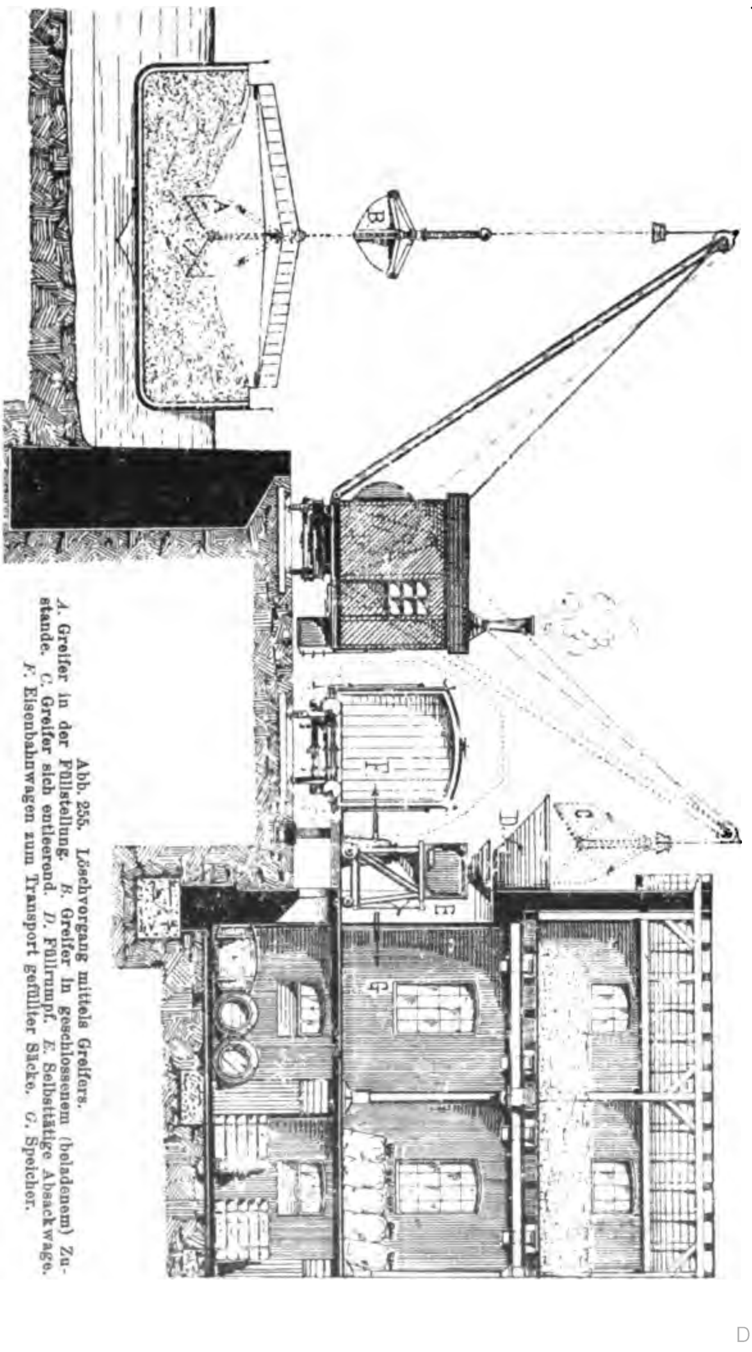


Abb. 255. Löschvorgang mittels Greifers.
A. Greifer in der Füllstellung. *B.* Greifer in geschlossenem (beladenem) Zustande. *C.* Greifer sich entleerend. *D.* Füllrumpf. *E.* Selbsttätige Absackwage. *F.* Eisenbahnwagen zum Transport gefüllter Säcke. *G.* Speicher.

Die **Seil**greifer werden ausgeführt als Zweikettengreifer (Abb. 257 bis 263) — die eine Kette (*A* in Abb. 262 a) dient zum Schliessen und zum Heben des gefüllten Greifers, die andre (*B*) ist mit dem festen Gestell des Greifers verbunden und dient zum Tragen desselben, während er geöffnet und entleert wird, was durch Nachlassen der erwähnten Schliesskette *A* geschieht; die beiden Ketten müssen unabhängig voneinander bewegt werden können; daher erfordert der Greifer eine besondere Winde mit zwei voneinander unabhängigen Trommeln — oder als Einkettengreifer — der Greifer enthält in sich selbst eine geeignete

Vorrichtung, die seine Entladung gestattet, ohne dass hierzu ein zweites Seil bezw. eine zweite Kette und eine zweite Windentrommel erforderlich ist. Dieser Greifer kann daher an jedem beliebigen Kran mit einfacher Hubwinde angebracht werden, ohne dass am Kran irgendwelche Umänderungen vorzunehmen sind; der Maschinist hat also nur den Greifer zu heben und

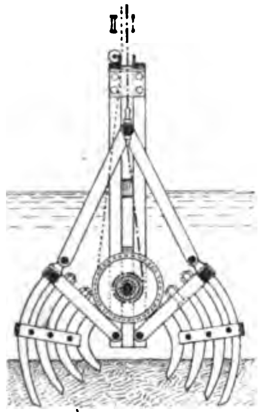


Abb. 257.

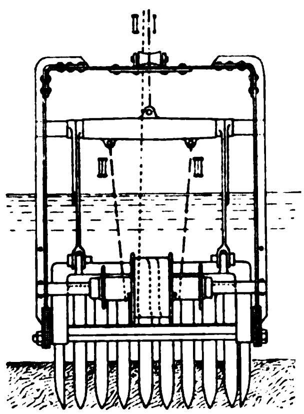


Abb. 257 a.

zu senken, das Füllen und Entleeren geschieht vollständig selbsttätig.

Bei dem in Abb. 264—266 dargestellten Hone-Greifer sind die zwei schaufelartigen Teile *a a* mittels Gelenkbolzen *b b* an einem Rahmen *c* aufgehängt und so geformt, dass der Greifer in geschlossenem Zustand eine Mulde vom Halbkreisquerschnitt bildet. Die Unterkanten der Schaufeln sind



Abb. 256 a.



Abb. 256 b.

Abb. 256 a—256 d. Löschen eines Getreideschiffes mittels selbsttätigen Greifers (Gebr. Weismüller in Frankfurt a. M.). Abb. 256 c u. 256 d s. S. 104.

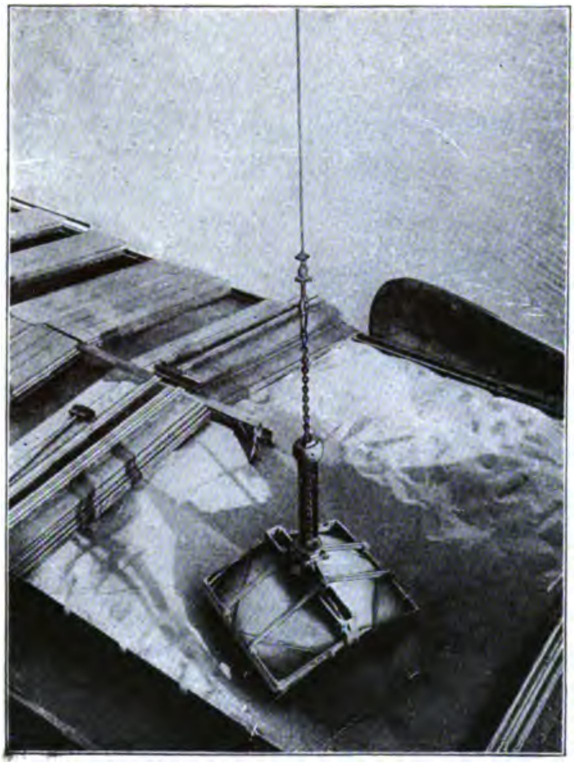


Abb. 256 c.

mit Schneiden oder Zähnen aus gehärtetem Stahl ausgerüstet. Die Aufhängung des Greifers ist dagegen eine ganz andre als die des Entleerungsgefässes. Während bei letzterem das Hauptseil an dem Rahmen des Gefässes angreift, zieht hier das Seil unmittelbar an den Schaufeln, ist also bestrebt, deren Schluss herbeizu-

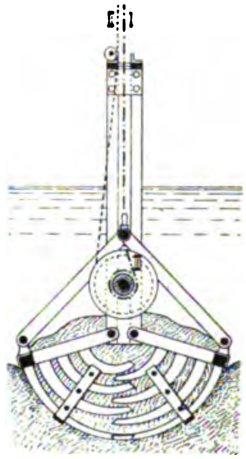


Abb. 258.

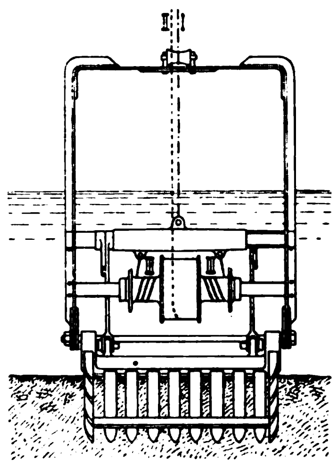


Abb. 258 a.



Abb. 256 d.

führen. Bei Greifern für sehr feinkörniges Gut, wie Getreide, erzeugt bereits der einfache Seilzug eine hinreichend grosse Schliesskraft. Dagegen muss bei grobstückigem Gut, wie Kohle, durch eine Uebersetzung dafür gesorgt werden, dass die Schliesskraft grösser als der Seilzug wird, da nur das Ueberwiegen des Greifergewichts

über den Seilzug das Eingraben des Greifers herbeiführen kann. Diese Uebersetzung wird bei den verschiedenen Ausführungen von Greifern durch verschiedenartige Mittel erreicht: durch Zahnräder [3], durch Uebersetzungstrommeln, am häufigsten durch Rollenzüge (s. S. 102). Auch der Hone-Greifer verwendet letzteres Mittel. Die von dem Kran herabreichende Seilschlinge *d d* umschlingt mit sechs Strängen zwei Rollenköpfe, von denen der obere *e* im Greiferrahmen *c* starr gelagert ist, während der untere *f* in einer senkrechten Führung des Rahmens verschiebbar ist.

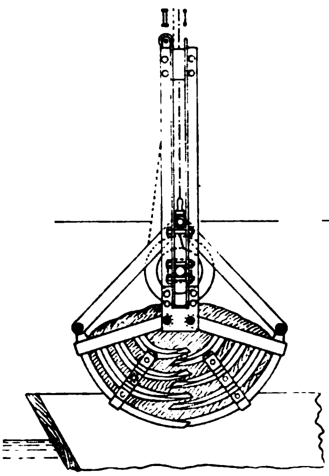


Abb. 259.

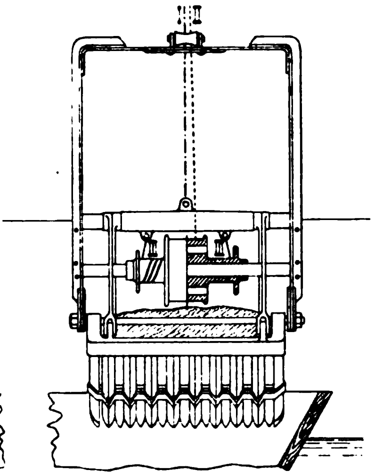


Abb. 259 a.

Abb. 264 zeigt den Greifer in geöffnetem Zustand. Der untere Rollenkopf befindet sich in seiner höchsten Stellung, die Schaufeln hängen lose herab. Sobald sich der Greifer auf das Fördergut aufsetzt, werden die Seile schlaff, der untere Rollenkopf sinkt durch sein Eigengewicht in seine tiefste Stellung herab und klinkt sich mit der Sperrklinke *g* selbsttätig in einen Kreuzkopf *h* ein, der durch Zugstangen mit den Schaufeln verbunden ist (Abb. 265). Sobald die Seilschlinge vom Kran eingeholt wird, bewegt sich der untere Rollenkopf mit dem eingeklinkten Kreuzkopf nach oben und die Schaufeln werden infolgedessen mit einer Kraft, gleich dem Dreifachen der in den beiden Seilzügen

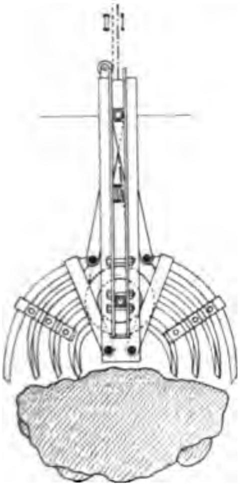


Abb. 260.

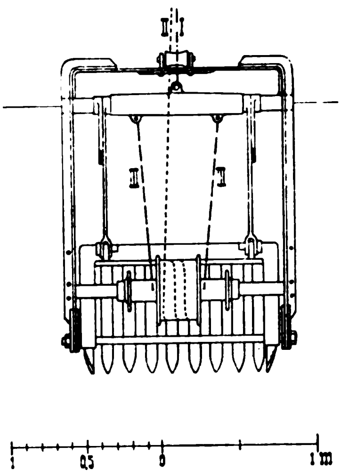


Abb. 260 a.

Abb. 257—260. Zweikettengreifer von Priestman.

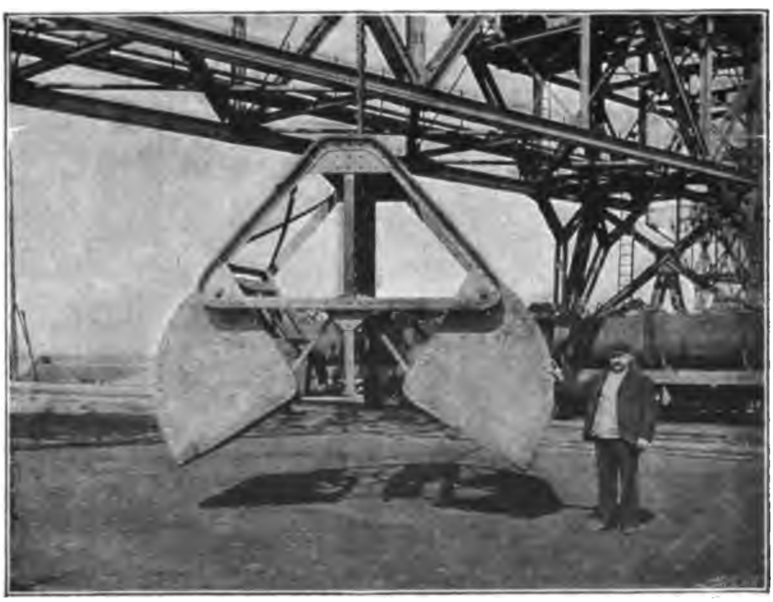


Abb. 261. Jägerscher Greifer.

zusammen wirksamen Hubkraft, geschlossen. Damit bei dieser Bewegung nicht der ganze Greifer nach aufwärts steigt, muss sein Eigengewicht grösser als die Hubkraft sein. Haben die Schaufeln sich geschlossen, ist also der Greifer gefüllt,

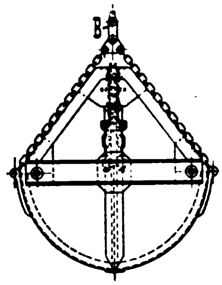


Abb. 262.

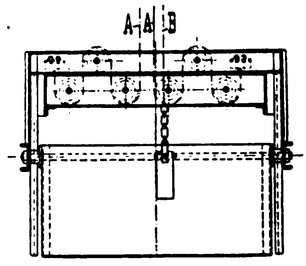


Abb. 262 a.

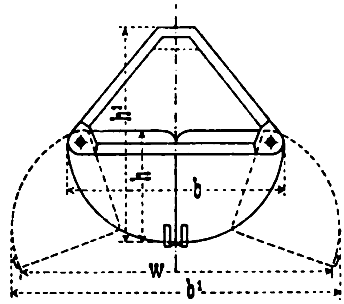


Abb. 263.

Greifer von Jäger in Duisburg.

so steigt der ganze Greifer geschlossen in die Höhe (Abb. 266). In der höchsten Stellung wird durch einen Anschlag am Kran die Sperrklinke ausgelöst und dadurch die Verbindung zwischen dem unteren Rollenkopf und dem Kreuzkopf

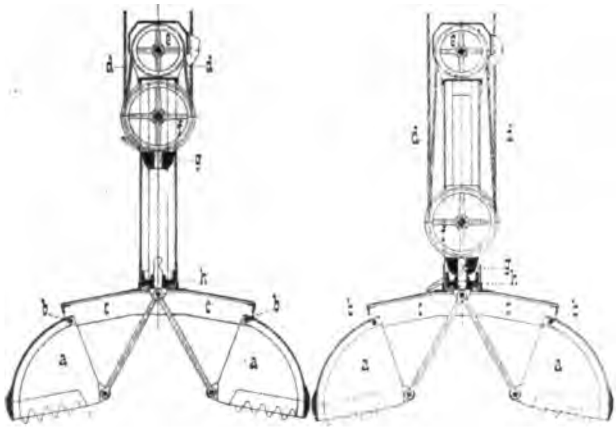


Abb. 264 u. 265. Hone-Greifer (geöffnet).

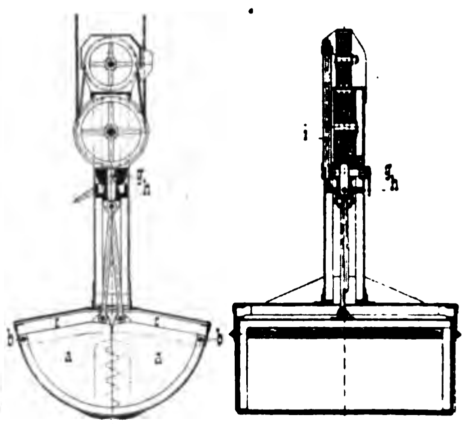


Abb. 266 u. 266 a. Hone-Greifer (geschlossen).

aufgehoben. Die Schaufeln würden mit einem Ruck sich öffnen, wenn nicht eine Oelbremse *i* vorhanden wäre, welche das Oeffnen der Schaufeln verzögert, so dass der Inhalt des Greifers allmählich herausfliesst. Sobald die Entleerung vollzogen ist, kann der Greifer ohne weiteres herabgelassen werden und seine Arbeit von neuem beginnen (nach Kammerer, „Technik der Lastenförderung einst und jetzt", S. 138).

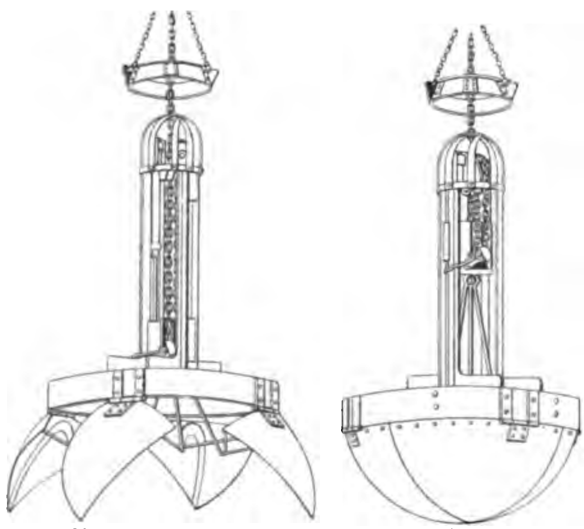


Abb. 267. Vierteiliger Hone-Greifer. Abb. 267 a.

Ein guter Greifer soll arbeiten, ohne dass es nötig ist, ihn aus grosser Höhe mit Gewalt auf das Material fallen zu lassen (Beschädigung der Greifer wie der Fahrzeuge [Böden]).

Die Greifer besitzen zwei oder mehr (vier) in einem festen Gestell drehbar gelagerte Schaufeln, vielfach aus Kesselblech mit glatten Stahlschneiden oder aufgenieteten Stahlzähnen (vgl.

Abb. 267 und 269, Zahlentafel 26 und [2]). Den Arbeitsvorgang der ältesten (heute noch viel gebauten) Zweikettengreifer von Priestman zeigen Abb. 257—260. Bei neueren Bauarten von Hunt ([3] und Zahlentafel 27), Hone (ausgeführt von J. Pohlig, A.-G., in Cöln; s. a. Abb. 264—267, [4] und Zahlentafeln 28 und 29), Hoppe in Berlin [5], Bleichert & Co. in Leipzig [6], Schenck in Darmstadt, Menck & Hambrock in Altona (vgl. Zahlentafel 30), Bünger & Leyrer in Düsseldorf, Mohr & Federhaff in Mannheim [7], Düsseldorfer Kranbaugesellschaft [8], Losenhausen in Düsseldorf [9], W. Fredenhagen in Offenbach a. M. [10] und Schroeder (Steffens & Nölle, A.-G., in Berlin) sind die Drehpunkte der Schaufeln an den äusseren Kanten des Rahmens angeordnet, so dass möglichst viel Material gefasst und beim Schliessen ein langer Weg ausgeführt werden kann (Abb. 268 und 268 a). Beim Zweikettengreifer von Jäger in Duisburg (Abb. 261—263, vgl. Zahlentafel 31 und [11]) beträgt die Uebersetzung des zum Schliessen eingebauten Flaschenzuges von 1:6 bis 1:8.

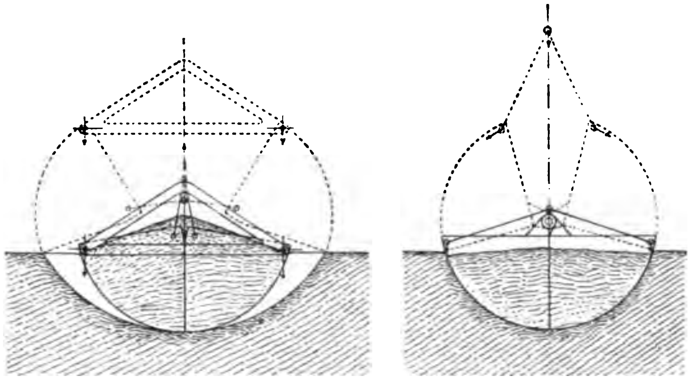


Abb. 268 u. 268 a. Vergleich der Wirkung von Greifern neuerer und älterer Bauart.

Zahlentafel 26 (zu Abb. 267 und 267 a). Mehrteiliger Einkettengreifer von Hone (Pohlig).

Nr.	Breitenabmessung des Greifers geschlossen	Breitenabmessung des Greifers geöffnet	Gewicht	Inhalt	Stündliche Hubzahl bis 12 m
	m	m	kg	cbm	
1	1,22	2,14	1118	0,57	80
2	1,37	2,36	1321	0,86	70
3	1,52	2,60	1524	1,15	60
4	1,68	2,90	2032	1,53	50

Zahlentafel 27. Zweiteiliger Zweikettengreifer von Hunt (Pohlig) [3].

Nr.	Höhe des Greifers geöffnet	Höhe des Greifers geschlossen	Breitenabmessung des Greifers geöffnet	Breitenabmessung des Greifers geschlossen	Gewicht	Inhalt
	mm	mm	mm	mm	kg	cbm
1	2240	1920	2040 × 1340	1935 × 1340	1600	1,0
2	2350	2020	2570 × 1480	1870 × 1480	1900	1,75
3	2500	2250	3300 × 1680	2100 × 1680	2300	2,5

Zahlentafel 28. Hone-Greifer für gewöhnliche Drehkrane mit beliebigem Windwerk.

Nr.	Höhe des Greifers geöffnet	Höhe des Greifers geschlossen	Breitenabmessung des Greifers geöffnet	Breitenabmessung des Greifers geschlossen	Gewicht	Inhalt
	mm	mm	mm	mm	kg	cbm
1	2700	2520	1770 × 1300	1370 × 1300	970	0,6
2	2900	2700	2100 × 1200	1500 × 1200	1150	0,8
3	2900	2700	2100 × 1450	1500 × 1450	1325	1,0
4	3210	2910	2200 × 1560	1680 × 1560	1425	1,25
5	3210	2910	2200 × 1860	1680 × 1860	1650	1,5
6	3520	3200	2550 × 1960	1860 × 1960	2150	2,0
7	3520	3200	2550 × 2060	1860 × 2060	2450	2,25

Zahlentafel 29. Hone-Greifer für Hunt-Elevatoren (s. oben).

Nr.	Höhe des Greifers geöffnet	Höhe des Greifers geschlossen	Breitenabmessung des Greifers geöffnet	Breitenabmessung des Greifers geschlossen	Gewicht	Inhalt
	mm	mm	mm	mm	kg	cbm
1	3400	3200	2100 × 1200	1500 × 1200	1600	0,8
2	3400	3200	2100 × 1450	1500 × 1450	1800	1,0
3	3600	3300	2200 × 1560	1680 × 1560	2000	1,25
4	3600	3300	2200 × 1860	1680 × 1860	2200	1,5
5	4200	3880	2550 × 1960	1860 × 1960	2400	2,0
6	4200	3880	2550 × 2060	1860 × 2060	2550	2,25

Zahlentafel 30. Greifer für Bodenbaggerung von Menck & Hambrock in Altona a. E.[1])

Fassungsvermögen des Greifers	cbm	(0,4) 0,5	(0,8) 0,75	(1,33)1,00
Annähernde Leistung für den Tag von 10 Arbeitsstunden in weichem Boden bei 6 m Hebehöhe	„	240	340	440
Desgl. bei 12 m Hebehöhe	„	175	250	325
Ausladung des Kranes	m	(6,9) 4,5	(9,3) 4,75	(14,5)5,00
Gewicht des vollständigen Greifbaggers:				
a) mit einem Greifer mit glatter Stahlschneide und feststehendem Dampfkran . etwa	kg	9700	13000	16500
b) mit fahrbarem Dampfkran und einem Greifer mit glatter Stahlschneide etwa	„	10200 (15000)	13750 (27500)	17500 (45000)

Für Müll und ähnliche Stoffe, deren Abfuhr und Verwertung vielen Verwaltungen zu denken gibt (s. Gleislose Bahnen), eignen sich vornehmlich sogenannte Orange-peel-Greifer, von denen Abb. 267 bezw. 269 die Bauarten von Hone bezw. von der Link-Belt-Engineering Co. in Philadelphia (Vertreter W. Fredenhagen in Offenbach) zeigen. Sie werden z. B. bei der Müllstapelungsanlage in Rikers Island bei New York benutzt; s. a. [2] und Abb. 849.

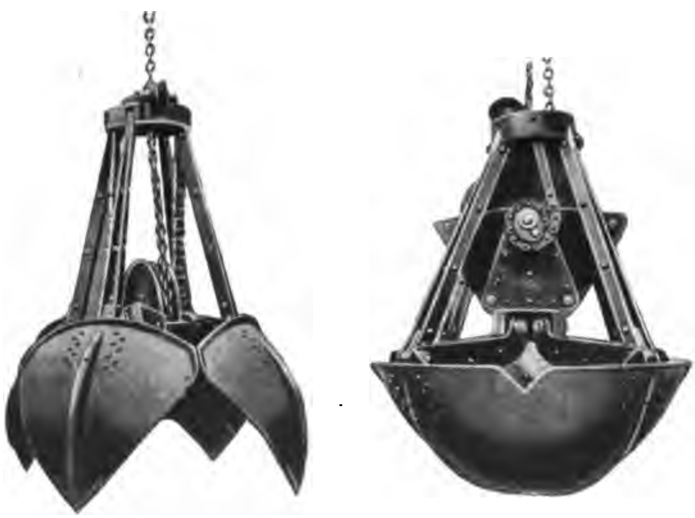


Abb. 269 u. 269a. Vierteilige Greifer der Link-Belt-Engineering Co. in Philadelphia (W. Fredenhagen in Offenbach).

Zahlentafel 31 (zu Abb. 262). Greifer von Jäger in Duisburg.

Nr.	Inhalt	b	h	b_1	h_1	w	Länge der Schaufel	Gewicht
	cbm	mm	mm	mm	mm	mm	cm	kg
1	1	1410	705	2150	1450	2000	1400	1200
2	1,5	1560	780	2400	1600	2250	1550	1400
3	2	1730	865	2650	1750	2500	1700	1600
4	2,5	1880	940	2900	1950	2750	1850	1800

[1]) Die eingeklammerten Zahlen gelten für die neuesten Ausführungen dieser Greifer als Vierseilbagger.

Der in Abb. 270 und 270a wiedergegebene Benrather Greifer ist insbesondere für Eisenerz und ähnliches hartes, grobstückiges Material gebaut. Durch ein System von Hebeln wird den nicht fest in einem Gerüst gelagerten Greiferschaufeln eine drehende und zugleich zusammenscharrende Bewegung erteilt, die im Verein mit der grossen Oeffnung der Schaufeln ein gutes Füllen

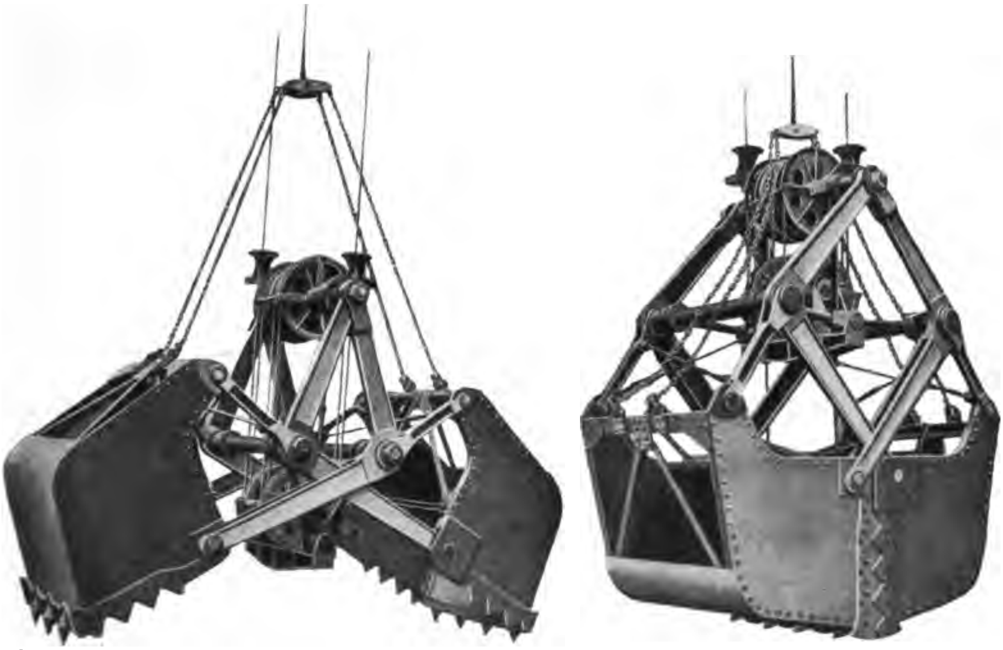


Abb. 270 u. 270a. Zweisträngiger Selbstgreifer für Universalentleerung (D.R.P.) der Benrather Maschinenfabrik, A.-G.

bewirkt. Da die bewegliche Traverse durch kniehebelartig wirkende Druckstangen auf die das Schliessen des Greifers vermittelnden Hebel einwirkt, so wird an den Schneiden eine derartig grosse Schliesskraft erzeugt, dass auch noch grosse Stücke harten Eisenerzes sicher zwischen den Schneiden zerdrückt werden, so dass der Greifer sich immer völlig schliesst (Sicherheit für die Bedienungsmannschaften im Schiff bezw. auf dem Lagerplatz).

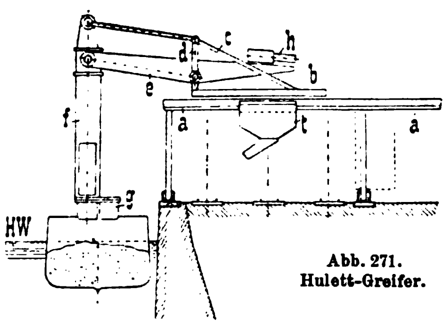


Abb. 271. Hulett-Greifer.

Zu den grössten Greifern gehören die von **Hulett** (Nordamerika) gebauten **Stielgreifer** (Abb. 271 und 271a). Auf dem längs der Kaimauer fahrbaren Vollportal *a* mit nach hinten auskragendem oberen Hauptträgerpaar ist senkrecht zur Ufermauer eine Plattform *b* mit einem dreieckigen Fachwerkstück *c* fahrbar angeordnet, dessen Pfosten *d* einem grossen ungleicharmigen Winkelhebel *e* als Drehachsenlagerung dient. Letzterer trägt an dem

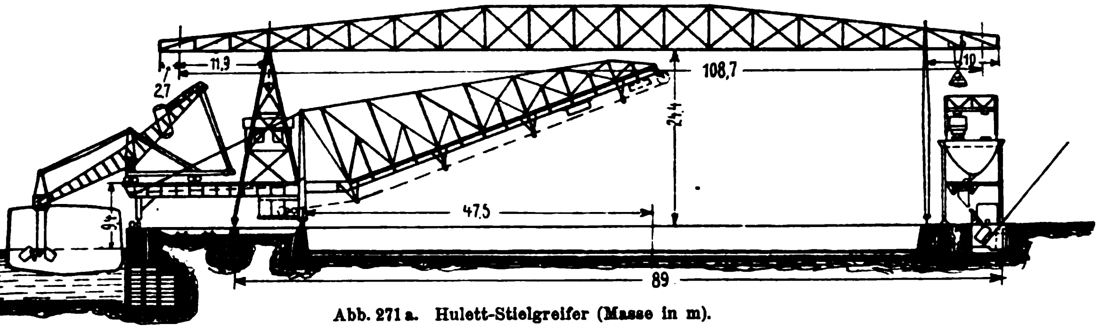


Abb. 271a. Hulett-Stielgreifer (Masse in m).

vom Hafen aus gesehenen vorderen Ende die um eine senkrechte Achse drehbare kastenförmige, zugleich als Wärterhaus dienende Greifersäule *f* mit ausserachsig daranhängendem Greifer *g*, an dem hinteren Ende dagegen als Gegengewicht den für die Erzeugung des Presswassers für den hydraulischen Antrieb des gesamten Greiferhebelsystems erforderlichen Dampfdruckwasserakkumulator *h*. Die durchschnittlich 9 t Erz fassenden Greifer entleeren meist in Selbstentladereisenbahnwagen; für den Fall, dass leere Wagen nicht schnell genug verholt sind, schütten die Greifer in fahrbare Gefässe *t*, die als Zwischenrümpfe aufzufassen

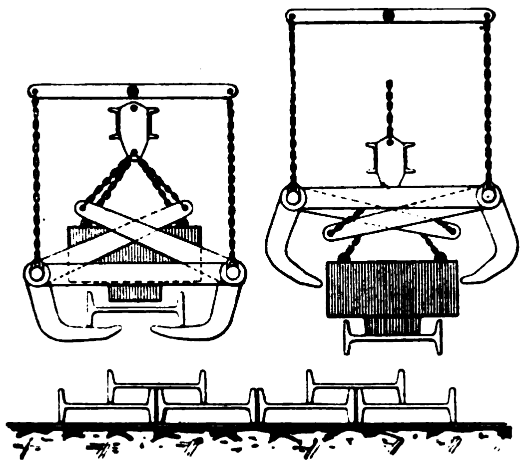


Abb. 272 u. 272a (mit Greifer für Walzeisen).

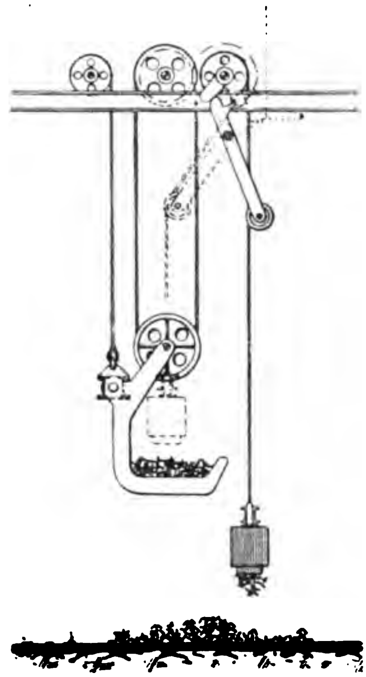


Abb. 273 (mit Greifer für kleine Eisenteile).

Abb. 272 u. 273. Stuckenholz-Magnete.

sind. Abmessungen und Leistungen (122, 250 und 450 t/st) s. [12].[1]) — Bezüglich der zu ebener Erde gelegenen Eisenlager ist in den letzten Jahren vor allem die Firma L u d w i g S t u c k e n h o l z in Wetter a. Ruhr mit Erfolg bemüht gewesen, zum Heben von Profileisen, Schienen, Blechen, Blöcken u. s. w. M a g n e t e zu verwenden. An die Georgs-Marien-Hütte in Osnabrück wurde ein Kran geliefert, bei dem es darauf ankam, einmal kalte und dann wieder warme Blöcke zu transportieren. Da es nicht möglich ist, mit einem Magneten Blöcke bei mehr als 750° zu heben, so musste für diese heissen Stücke ausser den 2 t tragenden Magneten noch eine vom Führerkorb steuerbare Zange vorgesehen werden. Das Heben erfolgt mit Magneten schneller als beim Arbeiten mit Schlingketten u. s. w.; der Magnet wird gesenkt, erhält Strom und wird sofort wieder angehoben. Ebenso schnell werden gehobene Gegenstände abgelegt; auch besteht keine Schwierigkeit, sie aus beliebiger Höhe fallen zu lassen. Die Tragfähigkeit eines Magneten ist auch während des Betriebes jederzeit zu regeln; so kann man z. B. eine grössere Anzahl Bleche anheben und sie dann e i n z e l n durch Vorschalten von Widerständen fallen lassen. Ein weiterer Vorteil besteht in der Möglichkeit, die Träger u. s. w. unmittelbar nebeneinander, d. h. ohne Unterlagen abzulegen, da die hinderlichen Ketten, Zangenschenkel u. s. w. fortfallen.

Um der Gefahr des Abstürzens bei Stössen u. s. w. zu begegnen, d. h. also um die Betriebssicherheit wesentlich zu erhöhen, hat S t u c k e n h o l z in sinnreicher Weise, nach Art der für sich selbst sprechenden Abb. 272 und 272a (D.R.P.), M a g n e t e u n d Z a n g e n o d e r G r e i f e r vereinigt; auf diese Weise wird nur während der kurzen Zeit des Anhebens Strom verbraucht.[2])

---

[1]) Auch auf die als S c h l a m m g r e i f e r ausgebildeten Stielgreifer von J. Wagner in Döhlen sei verwiesen (D.R.G.M. 299986; Zentralbl. d. Bauverw. 1907, S. 688).

[2]) Ueber grösste Magnete dieser Art, hergestellt von der C u t l e r H a m m e r C l u t c h Co. in Milwaukee, Wis., vgl. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1908, S. 76.

Endlich sei noch eines weiteren Fortschrittes in der Verwendung der Magnete gedacht, der es ermöglicht, bei verhältnismässig kleiner Tragfähigkeit von Pendelmagneten (Abb. 273) die bedeutend grössere eines Kranbügels oder dergl. auszunutzen. Auch für den Transport von Masseln werden derartige Hebevorrichtungen auf Hüttenwerken schon vielfach verwendet.

Literatur: [1] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1886, Nr. 46 ff. (Modellversuche von Salomon); Buhle, T. H., III, S. 170 ff. (Weismüller-Greifer) und S. 235 ff. (Magnete); ebend., S. 155, und II, S. 192 ff.; Elektr. Bahnen und Betriebe 1905, S. 600 ff. (Masseln u. s. w.); ferner Dingl. Polyt. Journ. 1907, S. 145 ff. — [2] Buhle, Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 415. bezw. T. H., III, S. 66 ff. (Müll u. s. w.). — [3] Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1252 ff., bezw. T. H., I, S. 40 ff. — [4] D.R.P. Nr. 89881; ferner Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 514, und 1902, S. 1471; Ders., T. H., I, S. 81, II, S. 48, III, S. 7; Ders., Deutsche Bauztg. 1904, S. 527 (vgl. a. 1906, S. 30 ff., und „Stahl und Eisen" 1906, Nr. 14; v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 308 ff. — [5] Buhle, Glasers Annalen 1898, II, S. 49 ff. — [6] Ders., Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 426, bezw. T. H., III, S. 141 und 237. — [7] Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 295 ff.; Ernst, Hebezeuge, 4. Aufl., 1. Teil, S. 607. — [8] v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 103. — [9] Ders., ebend., 1902, S. 556. — [10] Ders., ebend., 1903, S. 306 ff. — [11] Ders., ebend., 1903, S. 282 und 310. — [12] Suchoviak, Glasers Annalen 1904, I, S. 41 ff.; Buhle, T. H., III, S. 171; Ders., „Stahl und Eisen" 1906, Nr. 14; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1550.

ε) **Schrägaufzüge** bestehen in der Regel aus einer geneigten Fahrbahn, der dieselbe tragenden Unterstützung, dem Aufzugwagen und einer Winde nebst Zugmittel, Gegengewicht u. s. w. Vgl. a. Elevator (Hunt), Hängebahnen, Haufenlager, Hochbahnkrane, Hüttenwerke, Kettenbahnen, Kipper, Kratzer, Lokomotivbekohlung, Luftseilbahnen, Massentransport, Schwerkraftbahnen und [1].

1. Hochofen- oder Gichtaufzüge.[1]) Die Ausbildung mechanischer Beschickungsvorrichtungen für die Hochöfen ist ein technisches Problem, das mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist. Erfordern schon die grossen auf die Gicht zu hebenden Massen, die etwa das Vierfache von dem Gewicht des erblasenen Eisens betragen (also bei den grössten Oefen bis zu 4000 t in 24 Stunden), besondere Aufwendungen, so ist das nicht minder der Fall für die Ueberwindung der beträchtlichen Höhe von 30 bis 40 m und darüber. Hinzu

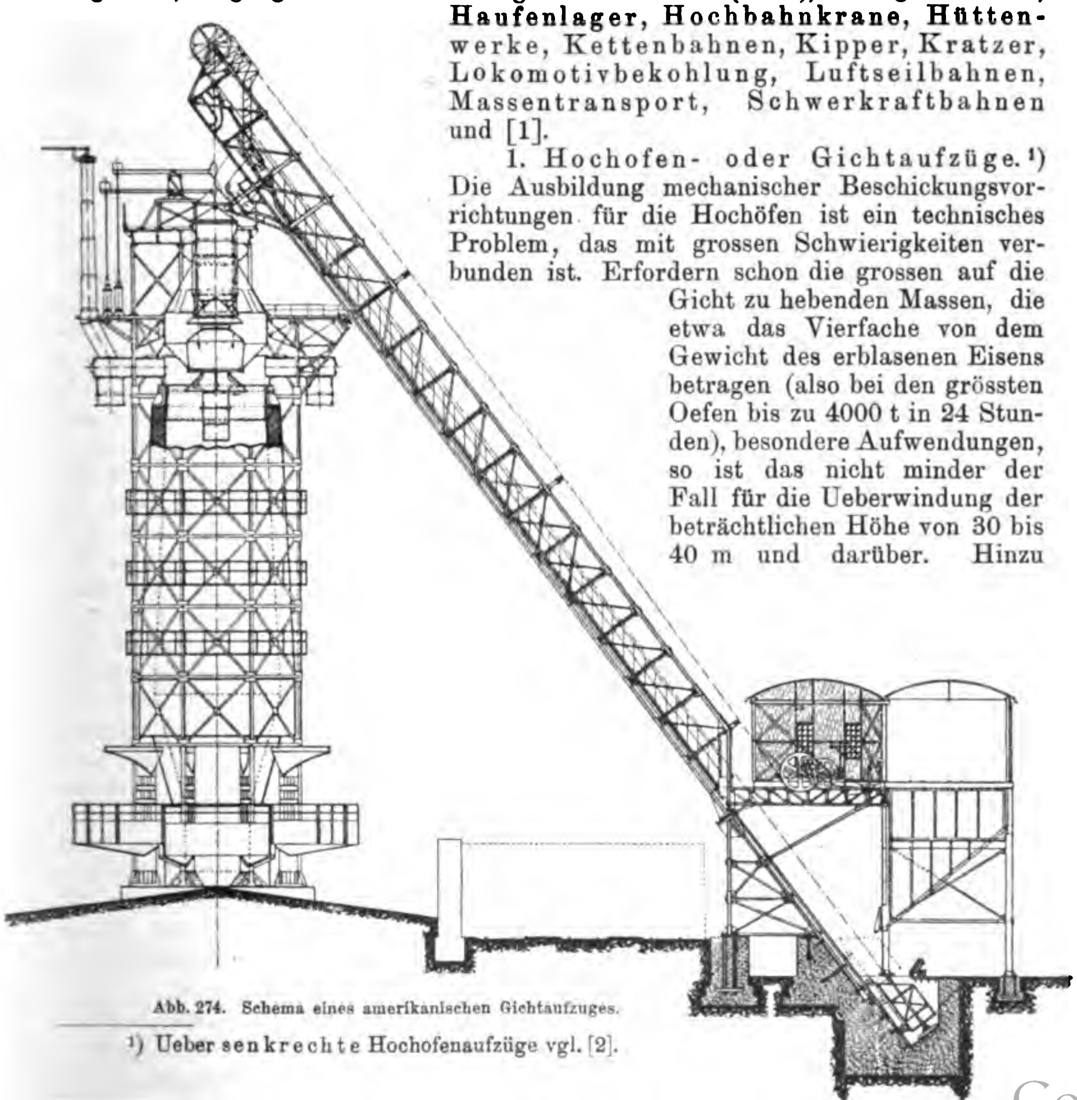


Abb. 274. Schema eines amerikanischen Gichtaufzuges.

[1]) Ueber senkrechte Hochofenaufzüge vgl. [2].



Abb. 275. Amerikanischer Schrägaufzug, ausgeführt von J. Pohlig, A.-G., in Cöln für das Eisen- und Stahlwerk Hoesch in Dortmund.

kommt noch der Umstand, dass die Fördereinrichtung das denkbar höchste Mass an Betriebssicherheit bieten muss, da ihr auch nur stundenlanges Versagen zur Einstellung des ganzen Ofenbetriebes, d. h. zu Verlusten von Hunderttausenden von Mark, führen kann. Dabei ist selbstverständlich die Forderung möglichster Einfachheit von Einrichtung und Bedienung, Uebersichtlichkeit der Anordnung und Ersparnis an Platz und Arbeitskräften.

Der ungeheure Aufschwung, den die amerikanische Hochofenindustrie im Laufe der letzten Jahrzehnte genommen hat (vgl. Abschnitt I), ist nicht zum kleinsten Teil begründet in den zweckmässigen Anlagen, die dort schon seit langer Zeit für die Bewegung der Rohstoffe benutzt werden. Unter diesen Transportanlagen kommen besonders auch die Gichtaufzüge zur selbsttätigen Beschickung der Hochöfen in Frage.

Durch ihre Beziehungen zur Hunt Co. (s. S. 97) hat die J. Pohlig-A.-G. in Cöln schon zeitig neben den andern amerikanischen Verladeeinrichtungen auch den Bau solcher Begichtungseinrichtungen aufgenommen und die amerikanischen Bauarten den europäischen Verhältnissen angepasst.

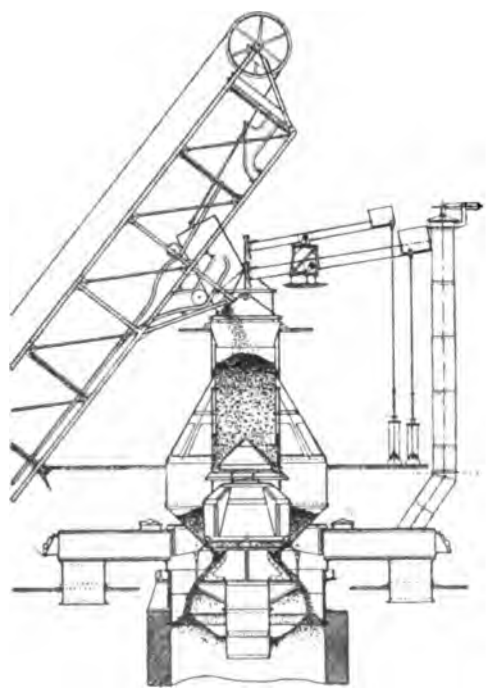


Abb. 276. Begichtungsvorrichtung eines amerikanischen Gichtaufzuges.

Es wird bei diesen Anlagen jede Bedienung auf der Gichtbühne des Hochofens überflüssig, da der unten gefüllte Aufzugswagen oder Kübel sich oben vollkommen selbsttätig entladet und wieder zu erneuter Füllung auf die Hüttensohle zurückkehrt. — Die Abänderungen der amerikanischen Bauart, die vorgenommen werden mussten, um den Gichtaufzug für europäische Verhältnisse brauchbar zu machen, erfolgten natürlich nicht mit einem Male; es waren erst zahlreiche schwierige und kostspielige Versuche durchzuführen, bis die nötigen Erfahrungen gemacht waren. Zunächst wurden Aufzüge gebaut, die sich an die amerikanischen Ausführungsformen ziemlich eng anlehnten, und es dürfte zweckmässig sein, auch diese älteren Anlagen kurz zu streifen, bevor auf die neueren Konstruktionen eingegangen wird.

Abb. 274 und 275 veranschaulichen amerikanische Hochofenaufzüge Hunt-Pohligscher Bauart.[1]) Die geneigte Fahrbahn für den Aufzugswagen ist in ihrem oberen Teile wagerecht ausgebildet,

[1]) Ueber ähnliche (ältere) Konstruktionen der Brown Hoisting Mach. Co. in Cleveland, Poetter & Co. in Dortmund, Lührmann u. s. w., vgl. Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 822 ff. (vgl. hierzu auch „Stahl und Eisen" 1900, S. 564 (825).

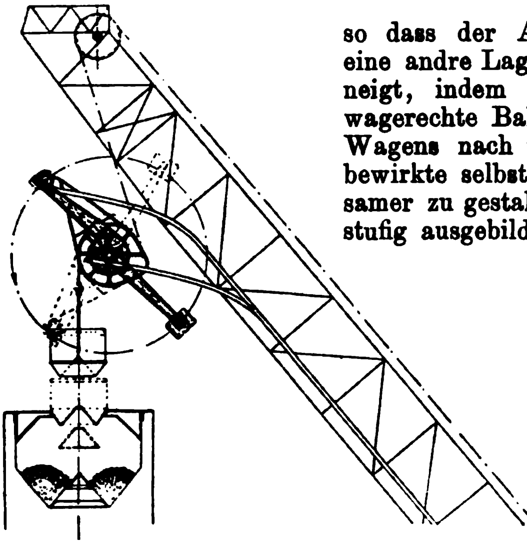


Abb. 277. Begichtungsvorrichtung eines Pohligschen Gichtaufzuges mit direkter Entladung des Fördergutes in den Begichtungsraum, ohne Umschütten.

so dass der Aufzugswagen am Ende seiner Bahn eine andre Lage erhält und seine Auslassöffnung sich neigt, indem seine vorderen Laufräder auf diese wagerechte Bahn übergehen. Um die Neigung des Wagens nach vorne noch grösser und die dadurch bewirkte selbsttätige Entladung desselben noch wirksamer zu gestalten, sind die hinteren Laufräder zweistufig ausgebildet. Während des eigentlichen Hebens und Senkens des Wagens läuft nun der nach innen gelegene Teil der Räder mit grösserem Durchmesser auf den Schienen; während des Kippens wird dagegen der äussere Teil benutzt, der auf besonders geformten Führungsschienen, welche aussenseits der eigentlichen Fahrschienen angebracht sind, sich abrollt, so dass der Wagen dadurch eine starke Neigung erhält und sich vollkommen und sicher entladet (Abb. 276).

Der Abwärtsgang des geleerten Wagens geschieht, wie das Heben, mit genau geregelter Geschwindigkeit. Bei einfachen Aufzügen arbeitet der Motor beim Rückwärtslauf, durch das Wagengewicht angetrieben, als Dynamomaschine

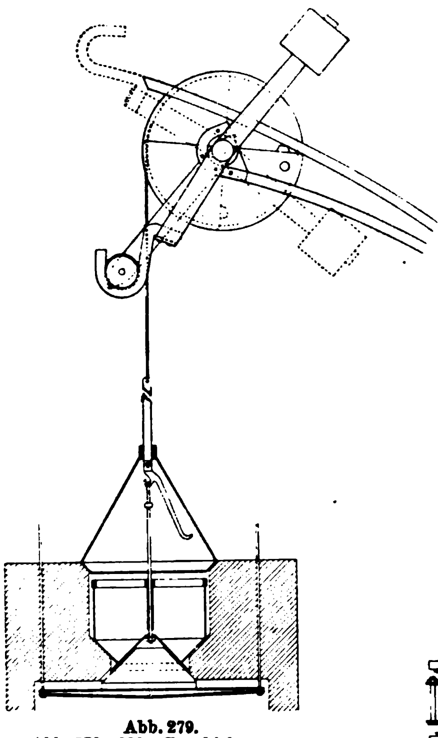


Abb. 279.

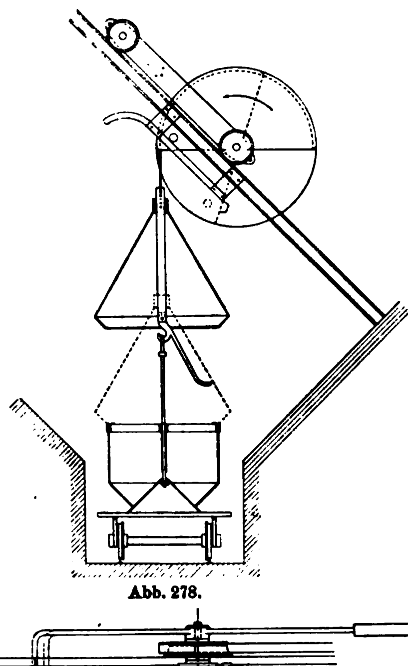


Abb. 278.

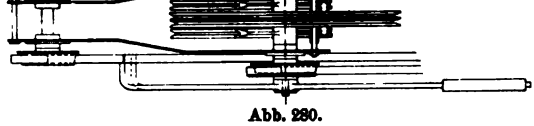


Abb. 280.

Abb. 278—280. Beschickungsvorrichtungen von J. Pohlig, A.-G., in Cöln.

und gibt die überschüssige Kraft an das Leitungsnetz ab; bei Doppelaufzügen gleicht der leere, abwärtsfahrende Wagen das Gewicht des aufwärtsfahrenden vollen Wagens zum Teil aus. Das Füllen des Wagens kann entweder aus einem Füllrumpf durch Oeffnen eines Schiebers erfolgen oder durch kleine Wagen, in denen das Erz vom Lager bis an den Aufzug gefahren wird.

Die Beschickungsvorrichtung (Abb. 277) besteht aus einem zylindrischen Behälter von etwa 12 cbm Inhalt, in den die Rohstoffe aus dem Aufzugswagen entladen werden. Den Boden dieses Behälters bildet ein Verteilungskegel, über dem ein Ringschieber angeordnet ist, der, hochgezogen, das Material nach allen Seiten vollkommen gleichmässig in den Beschickungstrichter fallen lässt. Der Ringschieber ist ausserordentlich leicht durch einen Dampfkolben und einen Balancier mit Ketten zu bewegen, da ein einseitiger Druck des Materials vollständig vermieden ist und damit auch jede Reibung zwischen Schieber und feststehender Behälterwand.

Aus dem Beschickungstrichter gelangen die Rohstoffe nach Heben der Langenschen Glocke in der bekannten Weise in den Ofen, nochmals durch einen umgekehrten Verteilungstrichter gleichmässig ausgebreitet.

Es ist in dieser Weise eine gute Verteilung des Schüttgutes erstrebt, die bekanntlich auf die Haltbarkeit und das gute Arbeiten der Oefen von grösstem Einfluss ist. Aber leider wird das Gichtgut mehrfach umgeschüttet und heftig gestürzt, was natürlich in Rücksicht auf den Koks nicht günstig ist. Auch den Erzen und Zuschlägen ist das Schütten aus geneigten Gefässen nicht zuträglich, da dadurch erfahrungsgemäss eine Separation der groben und der feinen Bestandteile eintritt, wodurch die Gleichmässigkeit der Beschickung leidet.

Einen Fortschritt demgegenüber zeigt die in Abb. 278—280 dargestellte Ausführung. Bei dieser ist der Ofen mit einem einfachen Schütttrichter versehen, während der Gasabschluss durch die bekannte Gichtglocke gebildet wird.

Der Trichter ist um das zentral angeordnete Gasabführungsrohr drehbar gemacht und bewegt sich nach jedesmaligem Einschütten einer Wagenladung um ein gewisses Stück weiter, so dass er ringsherum gleichmässig beschickt wird. Wenn er voll ist, wird die Glocke angehoben, und der Möller gleitet direkt in den Ofen.[1])

Diese Anlage ist auch in bezug auf die Aufzugsvorrichtung bedeutend vervollkommnet. Statt einer feststehenden Winde ist nämlich ein Motorwagen vorgesehen, der auf dem Obergurt des Aufzugsgerüstes auf und ab fährt und unter Benutzung einer Zahnstange die Last hebt und senkt, während sich die Laufkatze auf dem Untergurt bewegt. Diese Einrichtung ist nicht nur ausserordentlich einfach, sondern sie gestattet auch die grösstmögliche Ausgleichung der toten Last, so dass der Kraftverbrauch auf das geringste Mass herabgedrückt werden kann. Ferner gestattet diese Anordnung die Anbringung zweier Seile für Last und Gegengewicht, so dass im Falle eines Seilbruches eine vollkommene Reserve jederzeit vorhanden ist.

Die Anordnung hat sich bei zahlreichen Ausführungen so gut bewährt, dass die Firma J. Pohlig, A.-G., sie bei ihren neuesten Schrägaufzügen ständig in Anwendung bringt.

Abgesehen von der Aufzugsvorrichtung ist jedoch diese neue Bauart von den älteren Ausführungen grundsätzlich verschieden. Sie beruht auf dem Grundgedanken, dass das Material in grossen Behältern (vgl. a. Abb. 285 und 286) gehoben wird, welche auf den Ofen aufgesetzt werden und durch Senken des Bodens ermöglichen, dass die Ladung in die Begichtungsvorrichtung oder bei Benutzung eines Hilfsabschlusses unmittelbar in den Ofen gleitet, so dass nicht nur jedes Stürzen des Gutes vermieden, sondern auch einmal weniger umgeladen wird (Koksschonung).

Das Fördergefäss besteht aus einem Kübel mit trichterförmigem Boden von 5—8 cbm Inhalt, das mit rund 3—6 t Erz und $2^1/_2$—4 t Koks beladen werden kann. Das Gefäss ist durch eine Panzerkette an einer Laufkatze von rund 3 t Eigengewicht aufgehängt. Fügt man das Gewicht des Gefässes mit 2—3 t hinzu, so beträgt die Bruttolast etwa 8—14 t, je nach der Grösse des Ofens und den vorliegenden Verhältnissen. Das Gewicht des Motorwagens ist derart

[1]) Vgl. a. „Gemeinfassliche Darstellung des Eisenhüttenwesens", Düsseldorf 1907, S. 37 ff.

angenommen, dass er sowohl beim Aufwärts- wie beim Abwärtsgang eine annähernd gleiche Zugkraft, also etwa die Hälfte der Nutzlast — bei 6 t Förderung nur rund 3 t —, auszuüben hat. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt bis zu etwa 1,5 m/sk. Diese Lasten und Geschwindigkeiten genügen für alle vorkommenden Fälle; auch bei Oefen mit einer täglichen Leistung von mehr als 400 t Eisen, wobei immer damit gerechnet wird, dass die Höchstleistung des Aufzuges mindestens 50% grösser ist, als dem gewöhnlichen Betriebe entspricht.

Die Verbindung des Motorwagens mit der Katze wird, wie bereits erwähnt, durch zwei Seile hergestellt, von denen jedes so stark ist, dass es die Last allein tragen kann, so dass eine vollständige Reserve vorhanden ist. Diese Anordnung ist ein besonderer Vorteil des Betriebes mit Motorwagen gegenüber dem früher auch von Pohlig angewendeten Betriebe mit feststehender Winde, da, wenn man die Last durch Gegengewichte ausgleicht und jedes durch zwei Seile halten will, man bei feststehender Winde vier Seiltrommeln haben müsste, was bei den erforderlichen grossen Trommeldurchmessern von 2,5 m und den dicken Seilen praktisch nur schwer möglich ist.

Die Steuerung des Motorwagens geschieht durch einen Kontroller, der oben auf der Gicht oder auch unten in einem kleinen Wärterhäuschen, das nur etwa 4 qm Grundfläche zu haben braucht, untergebracht ist. Die Abstellung der Fahrt an den beiden Enden des Hubes geschieht wie bei dem gewöhnlichen, elektrisch betriebenen Gichtaufzug selbsttätig, wobei die Geschwindigkeit kurz vor den Enden des Hubes selbsttätig schon etwas ermässigt wird.

Der Motorwagen ist mit einer elektrischen Bremse ausgerüstet, so dass bei Unterbrechung des Stromes sofort das Ganze mit Sicherheit gesperrt wird.

Der Betrieb geht in der Weise vor sich, dass die Rohstoffe in den Förderkübeln bis zu den Aufzügen geschafft oder dass die Förderkübel am Aufzug durch kleine Wagen von Hand gefüllt werden. Die Förderkübel können auf kleinen Plattformwagen stehen, die für den Kokstransport unmittelbar bis zu den Koksöfen fahren, so dass das Material von dem Koksofen bis in die Begichtungseinrichtung bezw. den Hochofen keinerlei Umschüttung erfährt. Die Kübel können entweder von Hand gefüllt werden oder durch Ladeschurren aus Hochbehältern, oder endlich in dem Fall, dass mehrere Sorten Erz für eine Begichtung verwendet werden und eine Möllerung unmittelbar im Kübel nicht erwünscht ist, aus kleinen Wagen, die rund um den mit seiner Oberkante in Höhe der Werksohle befindlichen Behälter herumfahren und das Gut in derselben Weise verteilen, wie es jetzt auf der Gicht in bekannter Weise geschieht, wobei nur der Unterschied besteht, dass diese Arbeit jetzt unten unter guter Aufsicht geschieht, während sie sonst ohne Aufsicht auf der Gicht ausgeführt wurde. Die Zubringerwagen werden natürlich den jeweiligen Verhältnissen angepasst.

Beim Heranbringen der gefüllten Kübel mittels Plattformwagens wird der leere Kübel auf einen freien Platz dieses Wagens aufgesetzt; darauf wird ein voller Kübel angehängt und aufgenommen, indem der Motorwagen auf dem Obergurt des Aufzugsgerüstes abwärts, die Laufkatze auf ihrer Bahn aufwärts fährt. Die Räder der Laufkatze sind vorn breiter als hinten, und es sind an dem oberen Ende des Aufzuges an jeder Seite zwei Schienen nebeneinander angeordnet, genau in derselben Weise, wie dies bei den bereits erwähnten Schrägaufzügen geschieht. Es bewegen sich nun die vorderen Räder der Laufkatze auf den äusseren Schienen, welche im oberen Teil weiterhin durchgeführt sind, die hinteren Laufräder dagegen auf den inneren Schienen, welche weiter unterhalb liegen.

Das äusserste Ende der oberen Schienen ist mit einem Balancier verbunden, der durch ein Gegengewicht derart ausgeglichen ist, dass dieser Teil der Schienen sich nicht ohne weiteres senken kann, wenn die Katze in der obersten Stellung angelangt ist. Fährt aber der Motorwagen weiter nach unten, so wird durch die Kraft des Aufzugseiles, welches an der Laufkatze in geeigneter Weise befestigt ist, ein Drehmoment auf die Katze ausgeübt und durch dieses Drehmoment der Balancier langsam und ruhig zum Kippen gebracht mit derselben Geschwindigkeit, mit der der Motorwagen sich bewegt. Dadurch wird die Kette, an welcher der Förderkübel aufgehängt ist und um welche eine mit der Katze

fest verbundene Scheibe geschlungen ist, abgewickelt, so dass bei dieser Bewegung der Förderkübel sich langsam und ruhig senkt, und zwar in senkrechter Richtung genau über der Mitte des Hochofens. Der Förderkübel setzt sich dann mit seinem festen Teil auf den trichterförmigen oberen Teil der Beschickungsvorrichtung auf, und beim weiteren Senken geht der obere trichterförmige Verschluss dieser Beschickungsvorrichtung mit dem trichterförmigen Boden des Fördergefässes nach unten, so dass das Material ohne weiteres in den inneren Raum der Beschickungsvorrichtung gelangt.

In dieser Weise wird ein einfacher, vollkommen maschineller Betrieb erreicht bei ausserordentlicher Schonung des Materials, besonders des Koks, und eine absolut gleichmässige Beschickung des Hochofens.

Durch Versuche und praktische Betriebsergebnisse wurde festgestellt, dass beim jedesmaligen Umladen der Koks je nach seiner Beschaffenheit eine Grusbildung von rund $1^1/_2$—$2^0/_0$ erfährt. Wenn der Koks bei den älteren Aufzügen also auch nur zweimal mehr umgeschüttet würde, so entspräche das einem Verlust durch Grusbildung von etwa 3—$4^0/_0$.

Erwägt man, dass bei einem Ofen von 300 t täglichem Koksverbrauch und einem Kokspreis von etwa 16 *M* jedes Prozent einen Geldwert von rund 50 *M* für den Tag, also rund 18000 *M* für das Jahr, bei 3—$4^0/_0$ daher 50000—75000 *M* ausmacht, so kann kein Zweifel mehr darüber bestehen, dass bei gleicher Betriebssicherheit und Unabhängigkeit von den Arbeitern stets der Aufzug den Vorzug verdient, bei dem der Koks am wenigsten umgeschüttet wird.

Der in Abb. 281—284 wiedergegebene, von J. Pohlig, A.-G., in Cöln für den Lothringer Hüttenverein Aumetz-Friede gebaute Gichtaufzug hebt die unter den Vorratsrümpfen mit Erz bezw. Koks gefüllten Zubringer auf die Gicht, woselbst sie entladen werden. Als Hauptdaten für die Anlage seien genannt: Höhe des Ofens 36 m über Hüttensohle; Inhalt des Förderkübels 6 cbm; Gewicht der Koksladung rund 3 t; Gewicht der Erzladung rund 6,2 t; Dauer einer Auf- und Abfahrt 2,5 min; Anzahl der Fahrten in der Stunde 14—20; Stärke der zwei Antriebsmotoren je 40 PS.; Bedienungspersonal ein Maschinist für den Aufzug, ein Maschinist und ein Arbeiter für den Zubringerwagen.

Abb. 285 und 286 zeigen eine Ausführung der Benrather Maschinenfabrik, A.-G., in Benrath, die nach dem vorhergehenden ohne weitere Erläuterung verständlich sein dürfte (vgl. a. [1], Benrath, Neuere Ausführungen).



Abb. 281. Pohligscher Gichtaufzug.

Ein Beispiel aus Conneaut Harbor (Abb. 287) zeigt die grossen Abmessungen der ausgedehnten Transportanlagen amerikanischer Hüttenwerke. Die Verladebrücken dienen sowohl zur unmittelbaren Verladung vom Schiff in Eisenbahnwagen als zur Bedienung der über 100 m breiten Lagerplätze (s. a. Hüttenwerke).

A. Bleichert & Co. in Leipzig baut zwei Arten von Gichtaufzügen: Die Aufzugsbahn (Abb. 288) besteht aus einem geraden Parabelträger, der in schräger Richtung von dem Möllerrumpfe bis in die Gicht hinaufführt. Auf ihm liegen über Querschwellen die beiden Fahrgleise für den Fahrkübel, der, mit vier Rädern

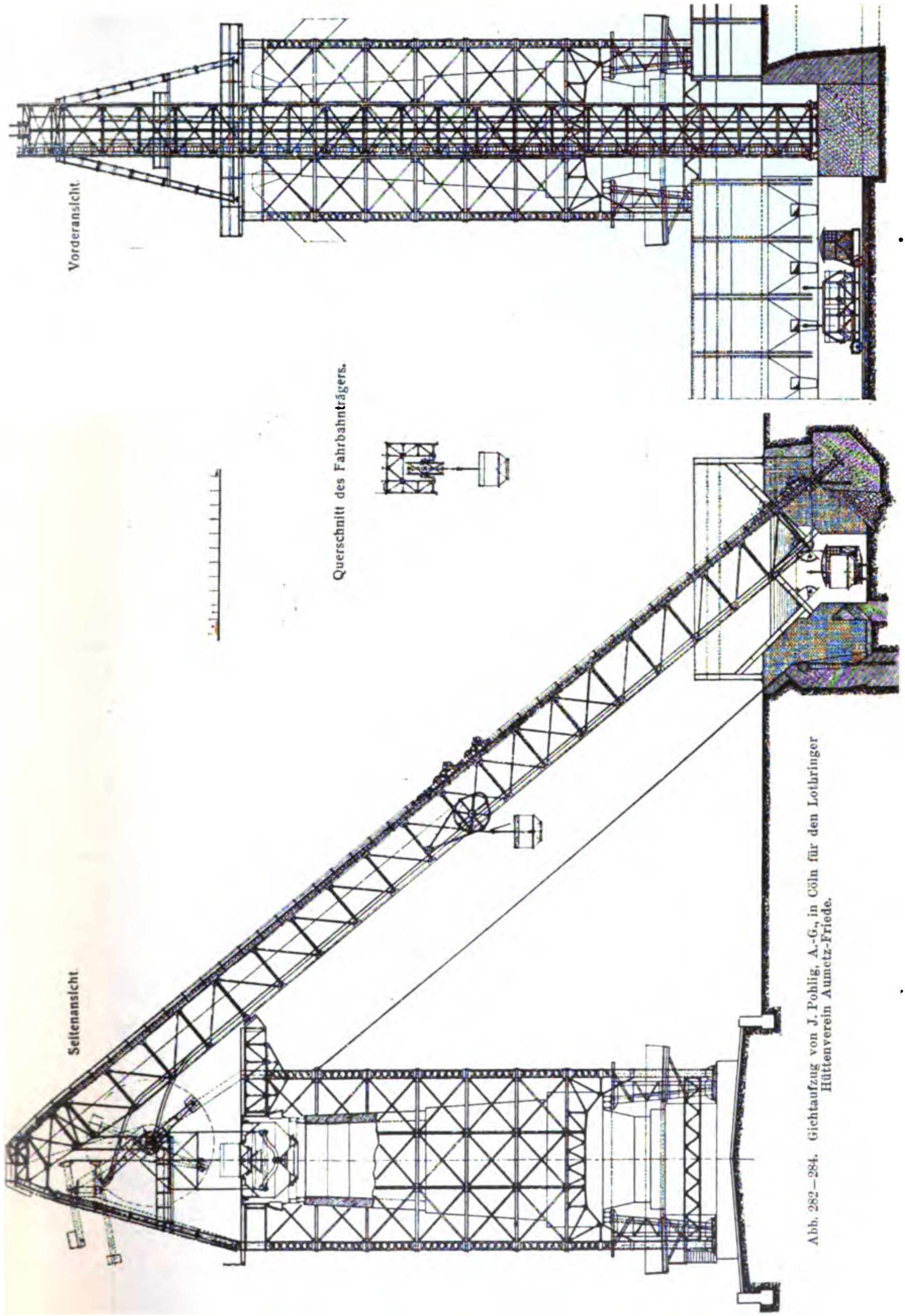


Abb. 282—284. Gichtaufzug von J. Pohlig, A.-G., in Cöln für den Lothringer Hüttenverein Aumetz-Friede.



Abb. 285.

versehen, in einem Bügel um sein hinteres Ende drehbar ist. Bei der hier dargestellten Ausführung werden Erze und Zuschlag auf **Hängebahnen** (s. d.) in abgemessenen Mengen getrennt herbeigefahren und in einen Mischrumpf gestürzt. Der eine Kübel fährt in eine Grube bis unter den Verschluss, wird hier durch Oeffnen desselben gefüllt und zur Gicht emporgezogen, während der andre Kübel gleichzeitig niedergeht. Die Schienenführung der Fahrbahn über der Gicht ist derart angeordnet, dass in der Endstellung die Vorderräder des



Abb. 286.

Abb. 285 u. 286. Elektrisch betriebener Hochofen-Schrägaufzug (D.R.P.) der Benrather Maschinenfabrik, A.-G. Gewicht der Erzgicht 7000 kg, der Koksgicht 2500 kg, senkrechte Hubhöhe 42,5 m.

Kübels festgehalten werden, während das Zugseil noch weiter fährt, so dass mittels des Bügels der Kübel am hinteren Ende gehoben und auf diese Art über die Gichtglocke ausgekippt wird. Die Zugseilführung ist eine sehr einfache, ebenso wie die Windenkonstruktion. Die Winde ist fast ausschliesslich

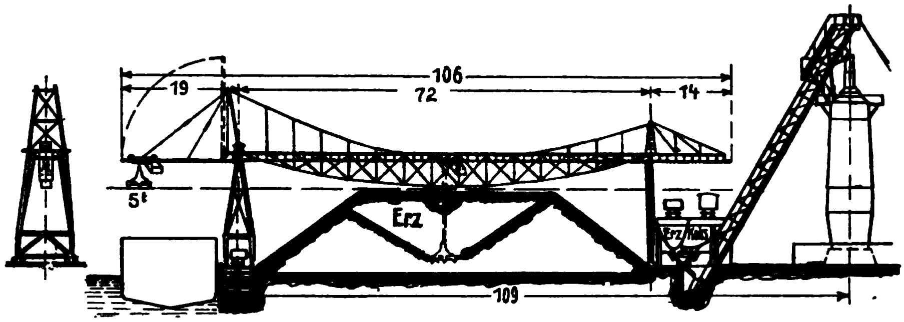


Abb. 287 u. 287 a. Verladeanlagen in Conneaut Harbor. (Masse in m.)

als unmittelbar mit dem Umsteuermotor gekuppelte Zweitrommelwinde gebaut, derart, dass die Kübelwagen vollkommen ausbalanciert sind und nur die reine Nutzlast zu heben ist.

Abweichend von den bisher besprochenen Hochofenbeschickungsvorrichtungen besteht der von der letztgenannten Firma für den Aachener Hütten-Aktienverein, Abteilung Esch a. d. A., gebaute Doppelgichtaufzug (Abb. 289) aus einem senkrechten Schacht und einer an diesen in einer grossen Kurve anschliessenden schrägen Bahn, die bis über die Gichtglocke des Hochofens führt. Diese Anordnung beansprucht den Platz auf der Hütte sehr wenig und gestattet, auch hohe Bauten, wie Winderhitzer u. dergl., bequem zu überschreiten. Zur Begichtung dienen zwei Kübel (Abb. 243) von je 3 cbm Inhalt, die um eine Achse drehbar in Laufkatzen derart gelagert sind, dass sie während des Fahrens stets eine senkrechte Lage einnehmen. Die Katze sowohl wie auch die Kübel werden von (im Innern des Aufzugsgerüstes angebrachten) Schienen stets zwangläufig geführt, so dass sie stossfrei den Wechsel der Bewegungsrichtungen überwinden. Die Anordnung der Seilführung ist derart, dass das Zugseil

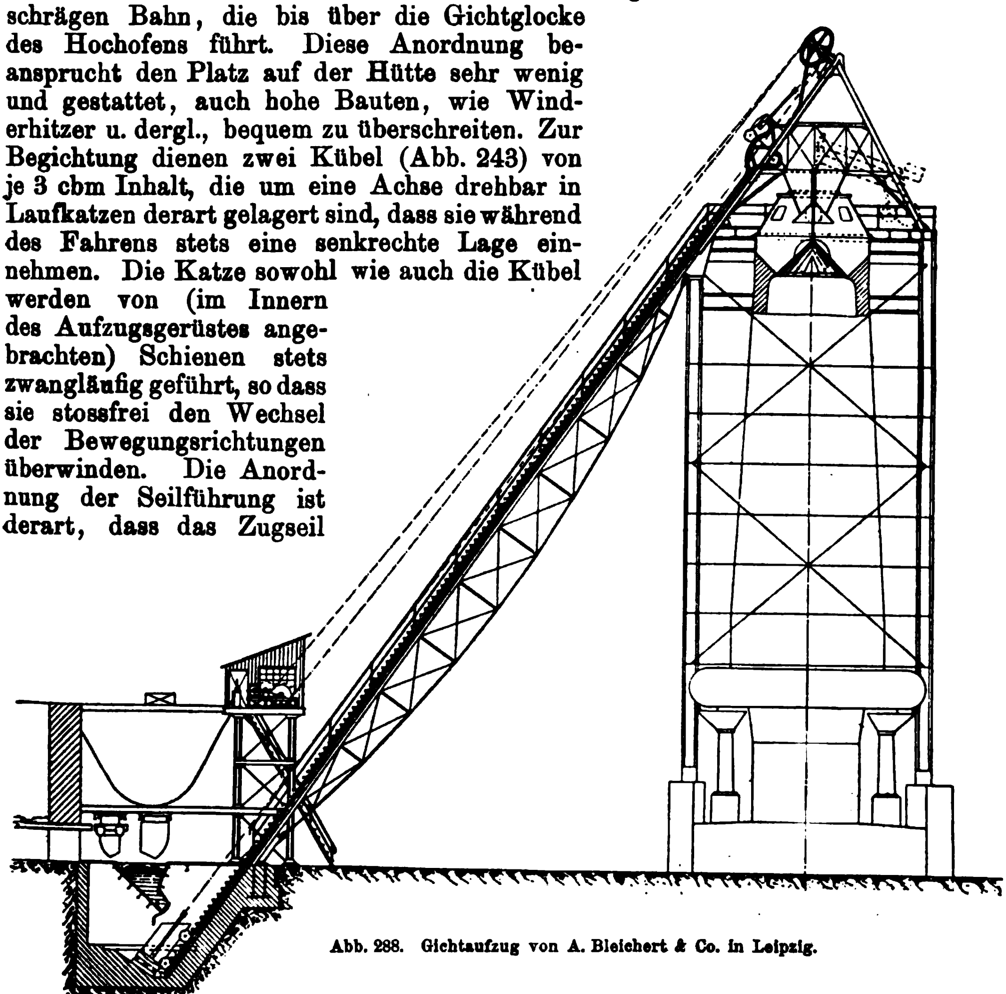


Abb. 288. Gichtaufzug von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

über den Scheiben stets nur in einer Richtung abgebogen wird (Schonung des Seiles). In ihrer höchsten Stellung trifft sie auf eine Arretiervorrichtung, die den Kübel selbsttätig zum Kippen bringt. Der Antrieb erfolgt durch eine elektrisch bewegte Doppelwinde mit festen Trommeln und Luftdruckkontrollersteuerung. Die Leistung des Aufzuges, dessen ablaufender Kübel zum Teil als Gegengewicht des auflaufenden Kübels dient, beträgt vertragsmässig 12 Kübel Erz von je 2,5 cbm Ladung und einem Gesamtgewicht von 3,7 t und 14 Kübel Kohlen von je 3 cbm Ladung und 2,5 t Gewicht, wobei die sekundliche Arbeitsgeschwindigkeit 0,75 m beträgt und etwa 60—70 Sekunden für das Füllen der Fördergefässe zur Verfügung stehen. Die Förderkübel werden mit dem fertiggemischten Möller von einer über den Absturzrumpf geleiteten Zuführbahn geführt, die mittels Kippwagen ihren Inhalt unmittelbar in die Kübel abwirft. Die ganze Höhe des Aufzuges beträgt von der Hüttensohle an gerechnet bis zur Absturzstelle an der Gicht 37 m, von der Unterkante Füllrumpf des Aufzuges bis zur Umführungsrolle der Seile rund 48 m (!) —

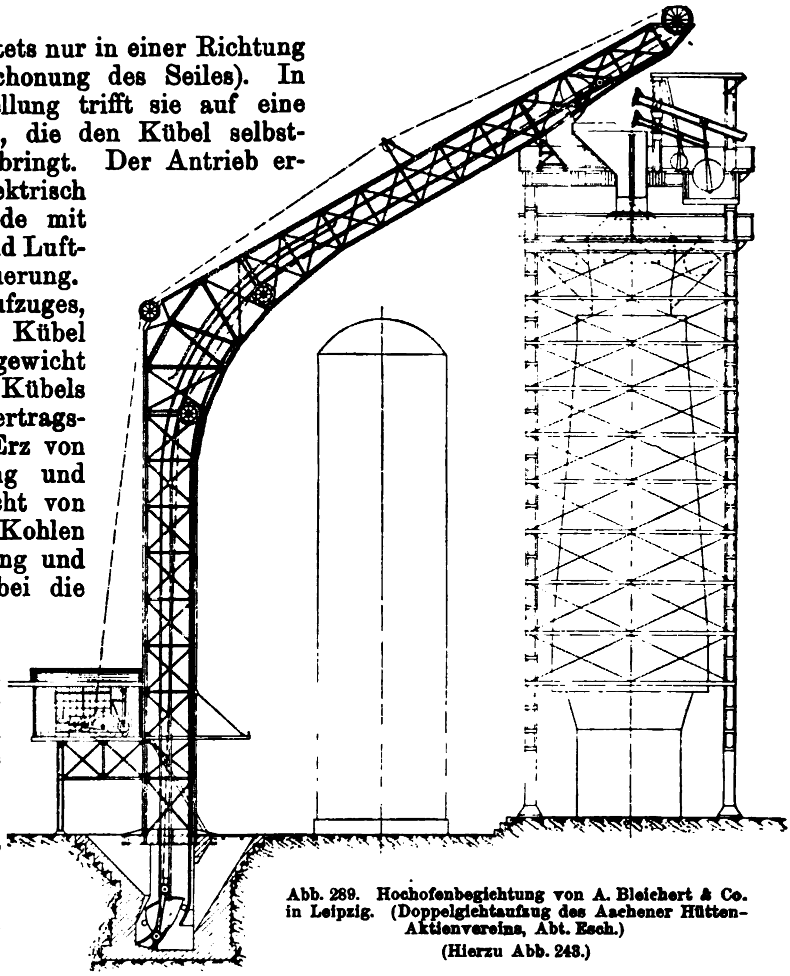


Abb. 289. Hochofenbegichtung von A. Bleichert & Co. in Leipzig. (Doppelgichtaufzug des Aachener Hütten-Aktienvereins, Abt. Esch.) (Hierzu Abb. 248.)

Wo mehrere Hochöfen in einer Reihe vorhanden sind, kann es unter Umständen zweckmässig sein, das Elevatorgerüst fahrbar anzuordnen, wie Abb. 290 an einem Beispiel zeigt. Die Bauart ist im Grunde dieselbe wie beim Huntschen Elevator (s. d.). Im höchsten Grade bemerkenswert ist in wirtschaftlicher wie in technischer und kulturgeschichtlicher Hinsicht die hier passend eingefügte Zahlentafel 32.

Zahlentafel 32 [3].

	Druckluftaufzug mit Entleerung von Hand	Elektr. Schrägaufzug mit selbsttätiger Entleerung
Jahr	1839:	1900:
Hubhöhe . . . m	12	4
Nutzlast . . . kg	200	4000
Hubgeschwindigkeit . . . m/sk	1	1
Leistung (am Seil gemessen) . . . PS.	3	50
Stündliche Förderung . . . t	2	80
Bedienungsmannschaft . . .	7	3
Stündlich erzeugtes Roheisen . . . t	0,4	40
Verkaufspreis von 1 t Roheisen . . . ℳ	160	60

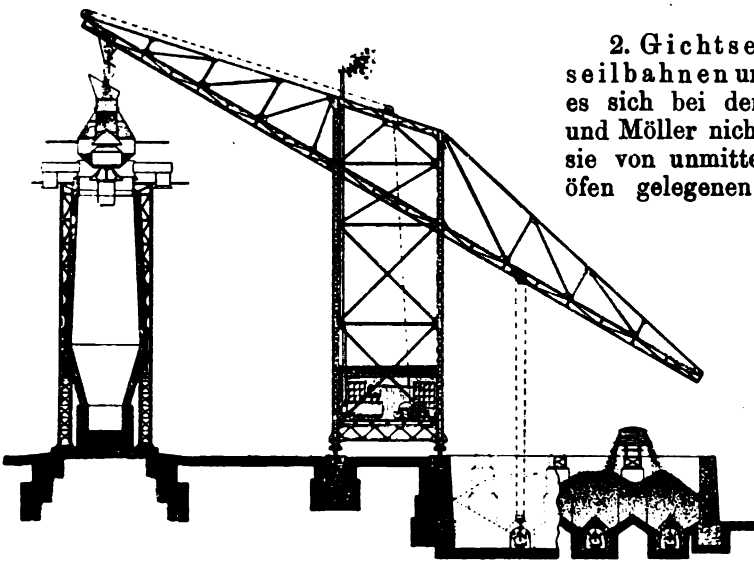


Abb. 290. Fahrbare Huntsche Elevatorbrücke als amerikanischer Gichtaufzug.

2. Gichtseilbahnen (vgl. Luftseilbahnen und Hängebahnen). Da es sich bei der Bewegung von Koks und Möller nicht immer darum handelt, sie von unmittelbar neben den Hochöfen gelegenen Lagerplätzen auf die Gicht zu heben, sondern da diese Rohstoffe oftmals von entfernten Lagerplätzen herbeizuführen sind, empfiehlt es sich vielfach, die am Lagerplatz gefüllten Transportgefässe unmittelbar auf die Höhe der Gicht zu heben. Das geschieht vorteilhaft dadurch, dass man die Transporteinrichtungen als Hänge- oder Luftseilbahnen mit mechanischem Betrieb ausbildet. — Beispielsweise wird bei dem Schalker Gruben- und Hüttenverein der Koks durch eine Bleichertsche Drahtseilbahn (Abb. 291) unmittelbar von den Koksöfen der etwa 3,9 km entfernten Zeche Pluto nach den Hochöfen gebracht, während der Möller durch senkrechte Aufzüge der Gicht zugeführt wird. Die Entladestation der Drahtseilbahn ist auf grosse eiserne Gerüste über die Gichthöhe gelegt, und unterhalb der Bahn sind neben den vier Hochöfen 5 cbm fassende, je nach Bedarf zu füllende Rümpfe angeordnet, so dass sich über jedem Hochofen immer ein grosser Vorrat von Koks befindet [4]; vgl. hierzu Abb. 166, S. 72.

Die 145 m lange, ebenfalls von Bleichert gebaute Gichtseilbahn der Fentscher Hütten-A.-G. Kneuttingen in Lothringen (Abb. 292) ist dadurch bemerkenswert, dass die Möllerplätze bezw. Erzrümpfe dicht neben den Hochöfen liegen, wodurch es erforderlich wurde, die Gichtseilbahnen mit zwei um 360°

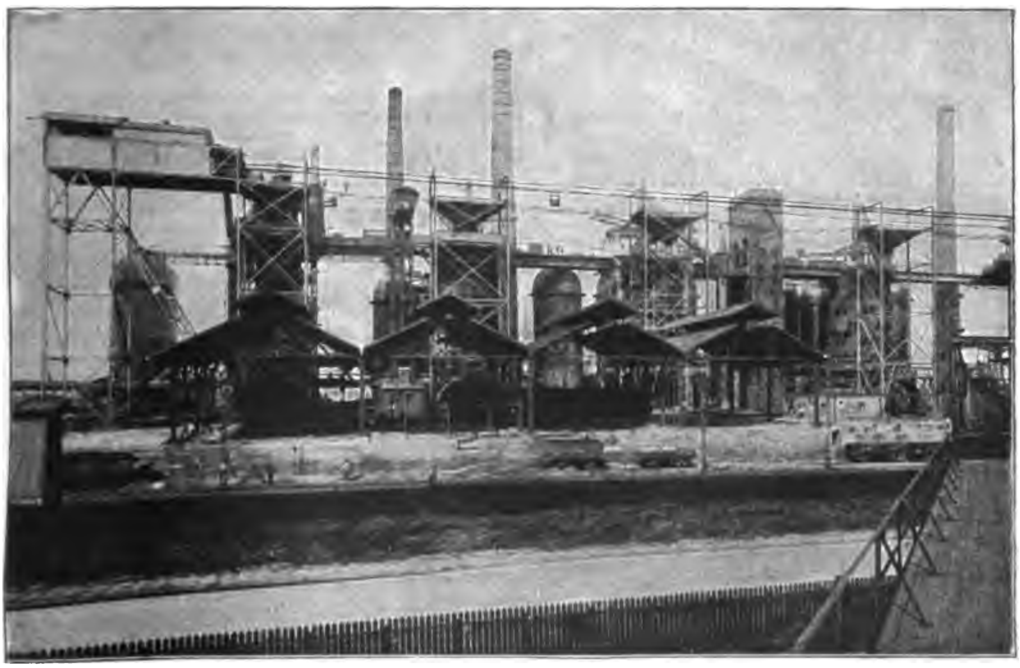


Abb. 291. Bleichertsche Koksförderung des Schalker Gruben- und Hüttenvereins.



Abb. 292. Gichtseilbahn von A. Bleichert & Co. in Leipzig für die Fentscher Hütten-A.-G. in Kneuttingen (Lothringen).

drehende Winkelstationen auszurüsten. Unterhalb der Erzrümpfe, die hochgestellt und mit unterem Auslauf versehen sind, führen die Hängebahngleise an den Verschlussschiebern vorbei, an denen ihre Wagen gefüllt werden. Die Erze selbst werden in die Vorratsbehälter von einem über

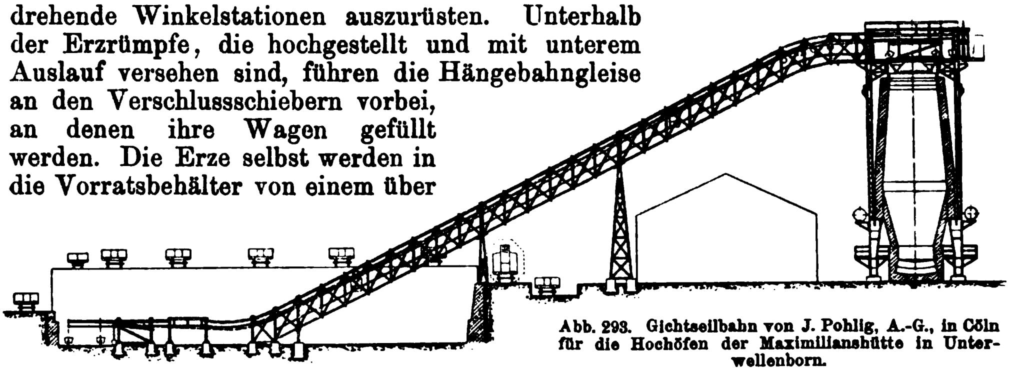


Abb. 293. Gichtseilbahn von J. Pohlig, A.-G., in Cöln für die Hochöfen der Maximilianshütte in Unterwellenborn.

sie hinwegführenden Hochbahngleise aus den Eisenbahnwagen abgestürzt. Die Hängebahnwagen führen von den Rümpfen quer unter dieser Hochbahn durch, gelangen auf den unteren Schrägbrücken zu den Winkelstationen, in denen sie selbsttätig ihre Richtung umkehren, und fahren über die höheren Schrägbrücken nach der die Gicht der beiden Hochöfen verbindenden Plattform. Die eine Bahn dient als



Abb. 294. Hängebahn mit Seilbetrieb für Hochofenbegichtung in Deutsch Ach, Rothe Erde bei Aachen (J. Pohlig, A.-G., in Cöln).



Abb. 295. Schiffsentladeanlage in Hamm (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

Betriebsreserve. Stündliche Leistung jeder Bahn 150 t [5]. — Ueber Pohligsche Gichtseilbahnen (Abb. 293 und 294) vgl. a. [6]; über Bleicherts Haldenseilbahnen (Haldenbrücken) s. Luftseilbahnen und Haufenlager.

3. Schrägaufzüge andrer Art. Ueber Schrägaufzüge als Hilfsmittel bei Kanalbauten s. Hochbahnkrane; als Vorrichtungen zur Schiffsentladung waren sie behandelt bei den Hunt-Pohlig-Elevatoren (S. 97; s. a. Schwerkraftbahnen). — Hier sei kurz eingegangen auf die von A. Bleichert & Co. in Leipzig gebaute Schiffsentladeanlage für die Baggereigesellchaft m. b. H. in Hamm a. L. (Abb. 295). Auf einer 100 m langen Schrägbahn, deren Ausleger 18 m über das Ufer hinausragt, werden Kübel von je 0,75 cbm Inhalt mittels einer selbsttätigen Einseillaufkatze und einer Eintrommelwinde (40 PS., Hubgeschwindigkeit 90 m/min, Höchstfahrgeschwindigkeit 250 m/min) bis über den Uferlagerplatz oder über das Endturmgerüst gezogen. In letzterem ist unter dem Schüttrumpf des Kübels ausser einem durch einen besonderen Elektromotor angetriebenen Rüttelsieb für gesiebten Sand ein 30 cbm fassender Vorratsbehälter eingebaut, dessen Auslauf in ein Abzugsmessgefäss mündet. Die sich durch grosse Billigkeit bei schneller Arbeit und hoher Leistungsfähigkeit auszeichnende Anlage ist für eine Betriebsleistung von etwa 300 t/10 st gebaut. — Ueber Schrägaufzüge zur Schiffsbeladung s. S. 129, Abb. 309 und [7].

Endlich sei noch hingewiesen auf die Verwendung von Schrägaufzügen bei Kippern (s. d., S. 129, Abb. 309), bei Bremsbergbetrieben (s. d., S. 26, Abb. 50), bei Gepäckaufzügen (s. Kettenbahnen, S. 24, Abb. 44), bei Steigbändern (s. Gurtförderer, S. 186 ff. und Abb. 471 ff.); vgl. ferner Abb. 132 (Elektroseilbahn), Kratzer u. s. w.

Literatur: [1] Buhle, T. L., S. 69 ff. (Glasers Annalen 1898, II, S. 94 ff.); Ders., T. H., I, S. 57 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 74 ff.); Ders., T. H., III, S. 7 bezw. 251 ff. und 275 ff. (Deutsche Bauztg. 1904, S. 527); vgl. ferner Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 188 und 1588; 1901, S. 558; 1907, S. 540, 1056 u. 1943, 1908, S. 93; Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 322 ff.; 1906, S. 609 ff.; „Stahl und Eisen" u. a. 1901, S. 984; 1904, S. 453, 876, 1114; 1905, S. 114, 704, 826; 1906, S. 324 und Taf. VIII (Pohlig, Bleichert, Benrath, Stähler, Lührmann [Neuere Bauarten]), 599, 1303; 1907, S. 488, 511, 1198, 1445, 1645 und Taf. XXVI u. s. w.; Elektr. Kraftbetr. und Bahnen 1907, S. 261 ff. u. s. w. — [2] Buhle, T. H., III, S. 255; vgl. a. „Stahl und Eisen" 1906, S. 322 (Bauarten von G. Luther, A.-G., in Braunschweig). — [3] Kammerer, Die Technik der Lastenförderung einst und jetzt, München 1907, S. 74. — [4] Buhle, T. H., III, S. 247 („Stahl und Eisen" 1906, S. 649). — [5] Ders., ebend., S. 148 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 443); vgl. ferner T. H., II, S. 44 (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 270). — [6] Stephan, Die Luftseilbahnen, Berlin 1907, Taf. 2, bezw. „Stahl und Eisen" 1905, S. 257 ff. u. Taf. VII. — [7] Buhle, T. H., I, S. 56 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 73 ff.); T. H., III, S. 8 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 528), S. 65 ff.; „Hütte", 19. Aufl., I. Teil, S. 1241, u. s. w.

2. Von oben nach unten.

Kipper und Wipper.

α) **Kipper** dienen im allgemeinen zum Entladen von Fahrzeugen durch Neigen, so dass das Gut herausfliesst; das Festhalten erfolgt durch Verklammern, durch Fanghaken, Prellböcke u. dergl. — Vgl. a. Fabrikbahnen, Schienenbahnen, Massentransport, Selbstentlader, Wipper und [1].

I. Kipper für kleine Schiffsgefässe.

Die aus Fördergerüst, Fahrstuhl, Kippwiege, Hubzylinder, Kippmaschine und Schüttrinne bestehenden Anlagen (Hafen von Goole) dienen zum Heben und Stürzen von eisernen, 35 t fassenden Kohlenschiffen, die, zu Kohlenzügen mit besonderem Kopfstück und Stossdampfer zusammengesetzt, die oft engen Wasserstrassen passieren [2].

II. Kipper für bezw. auf Gespannwagen (vgl. a. „gleislose Bahnen“ und „Müllbeseitigung“).

In den Vereinigten Staaten Nordamerikas werden vierräderige, deichsellose Kornwagen auf die bei Speichern und Mühlen gebräuchlichen Kippvorrichtungen (Abb. 296 und 297) gefahren und nach Verwiegung ohne Abschirren der Pferde entleert [3]. — Abb. 298—300 veranschaulichen den neuesten Selbstentladerkipper der Neuen Automobilgesellschaft in Berlin, von dem namentlich die Rentabilitätsberechnung sehr bemerkenswert ist. Nachstehend sind die Betriebskosten eines Pferdefuhrwerks denen eines Lastautomobils gegenübergestellt, so dass es an Hand dieser Berechnung ohne weiteres möglich ist, zu entscheiden, ob für einen speziellen Betrieb diese oder jene Art der Lastenbeförderung wirtschaftlicher ist.

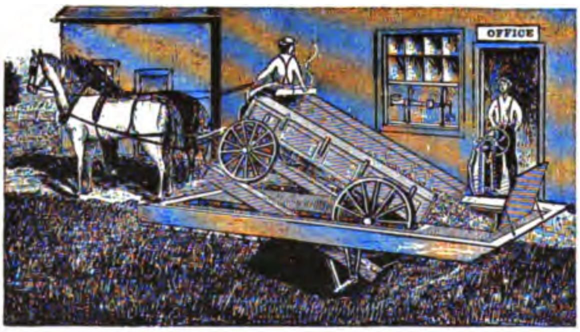


Abb. 296.

Nach den Mitteilungen des ältesten Berliner Fuhrgeschäfts Emil Thien stellt sich der Lastwagenbetrieb mit zwei kräftigen Arbeitspferden wie folgt:

A. Anschaffungskosten:	ℳ
Zwei kräftige Arbeitspferde zu 1400 ℳ	2800
Ein solider Lastwagen zu 1200 ℳ	1200
Geschirr für zwei Pferde zu 150 ℳ	300
	4300

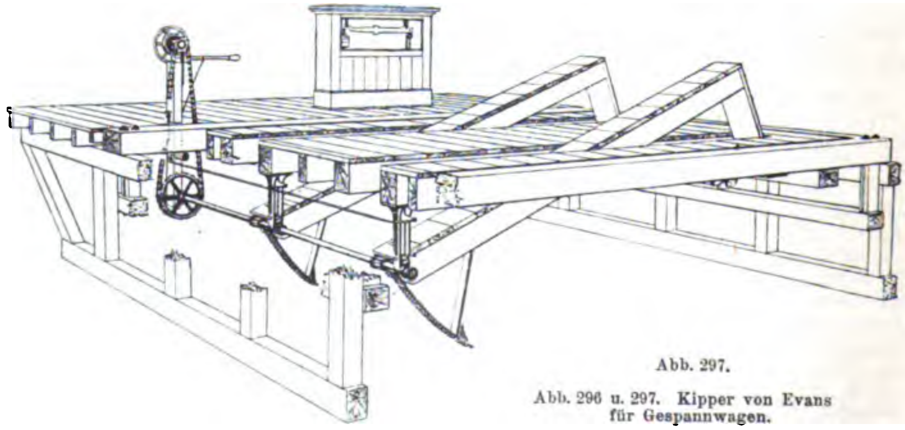


Abb. 297.

Abb. 296 u. 297. Kipper von Evans für Gespannwagen.

B. Betriebskosten für ein Jahr.

	ℳ
Amortisation der Pferde 25 %	700
„ des Wagens 10 %	120
„ des Geschirres $33^1/_3$ %	100
Reparatur an Geschirr und Wagen 10 %	150
Lohn für Fuhrknecht	1200
Futterkosten und Streu für Tag und Pferd 2,50 ℳ	1825
Hufbeschlag mit Winterstollen für Jahr und Pferd 75 ℳ	150
Tierarzt für Pferd und Jahr 20 ℳ	40
Stallmiete für zwei Pferde und einen Wagen für das Jahr	150
Zinsen des Anlagekapitals 5 %	215
	4650

C. Arbeitsleistung.

Zwei kräftige Arbeitspferde können bei 300 Arbeitstagen im Jahre für den Tag höchstens 60 Ztr. = 3 t 30 km weit dauernd befördern. Bei der Endabrechnung sei angenommen, dass das Fuhrwerk diese Strecke 15 km hin beladen und alsdann 15 km leer zurückzufahren hat. Hiernach werden also geleistet 3 t × 15 km = 45 t-km × 300 Tage = 13 500 t-km. Es kostet also das t-km

$$\frac{465\,000\ \text{₰}}{13\,500} = 34{,}4\ \text{₰}$$

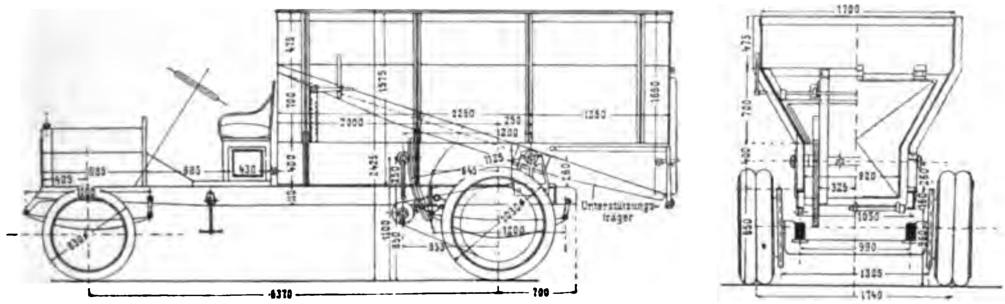


Abb. 298—300. N. A. G.-Motorlastwagen mit Kippvorrichtung für Kohlentransport für 4—5 t Nutzlast.



Abb. 300 (vgl. a. Abb. 23 u. 848).

In nachstehender Berechnung des Lastwagenbetriebes mittels N. A. G.-Motorlastwagen, Type L 5, hat die Neue Automobilgesellschaft ihre langjährigen Erfahrungen, welche mit Motorlastfahrzeugen an Hand ausgiebiger Versuche gemacht wurden, zugrunde gelegt:

A. Anschaffungskosten.

	ℳ
Betriebsfertiges Untergestell ohne Gummi	13 500
Gummibereifung	3 500
Pritschenoberbau mit Seitenwänden	500
Zusammen	17 500

B. Betriebskosten für ein Jahr.

	ℳ
10 % Amortisation vom Fahrzeug ohne Gummibereifung, da der Gummiverschleiss unten in dieser Berechnung besonders aufgeführt wird. Diese Amortisationsquote von 10 % genügt bei sorgfältiger Behandlung der Maschine vollständig, speziell weil für Reparaturen noch ein besonderer Posten vorgesehen ist, wodurch es möglich wird, die eventuell schadhaft werdenden Teile dauernd auszuwechseln, so dass das Fahrzeug immer in gutem neuem Zustand gehalten werden kann	1400
$7\frac{1}{2}$ % für Reparaturen ebenfalls vom Fahrzeug ohne Gummibereifung	1050
Ein Chauffeur für das Jahr[1]	1500
Der Benzinverbrauch beträgt für diese Fahrzeuge für das Jahr etwa[2]	4800
Für die Vollgummibereifung dieses Fahrzeuges wird seitens der zur Lieferung herangezogenen Gummifabriken eine Garantie von 15000 km Lebensdauer übernommen; diese 15000 km müssen jedoch innerhalb eines Jahres abgefahren werden. Hiernach ergibt sich bei einem Gummipreis von 3500 ℳ für die Type L 5 ein Betrag von 22 ₰ für 1 km × 30000, also	6600
An Oel, Fett und Schmiermaterial benötigt das Fahrzeug im Jahre .	400
Für Unterstellung dieses Fahrzeuges wird dieselbe Summe genommen, welche für ein Pferdefuhrwerk vorgesehen ist	150
Des ferneren sieht die N. A. G eine Haft- und Unfallversicherung vor, wodurch sämtliche durch Zusammenstösse oder Unglücksfälle entstehenden Reparaturen seitens der Versicherungsgesellschaft gezahlt werden. Die Versicherungssumme hierfür beträgt im Jahre etwa .	450
Zinsen des Anlagekapitals 5 %	875
Zusammen	17225

C. Arbeitsleistung.

Die Type L 5 befördert nach vorstehender Berechnung bei 300 Arbeitstagen im Jahre für den Tag 100 Ztr. = 5 t 50 km weit und fährt alsdann auch 50 km leer zurück. Dieses ergibt für den Tag 250 t-km, also für das Jahr 250 × 300 = 75000 t-km. Hiernach betragen für das t-km die Betriebskosten des Motorlastwagens $\frac{1\,722\,500}{75\,000} = 23$ ₰.

Die Kosten stellen sich dagegen beim Pferdebetrieb für das t-km nach obigem auf 34,4 ₰.

Ganz besonders vorteilhaft fällt aber bei dieser Vergleichsaufstellung die weit grössere Leistungsfähigkeit eines Motorwagens gegen das Pferdefuhrwerk ins Gewicht, da mit zwei kräftigen Pferden im Jahre nur 13500 km geleistet werden können, während ein Motorlastwagen, Type L 5, im Jahre 75000 t-km leistet, also 5,5 mal mehr. Man ersieht ferner, dass sich das t-km bei einem Betrieb mit einem Neue Automobilgesellschaft-Lastautomobil um 11 ₰ billiger stellt als bei einem Betrieb mit Pferden.

Während man noch vor einigen Jahren durch die ungenügende Durchbildung des Lastautos vor der Anschaffung eines solchen abgeschreckt wurde,

[1]) Hierbei rechnet die N. A. G. mit einem Mann, welcher aus dem Betrieb des betreffenden Käufers herausgezogen wird und eventuell früher Schlosser gewesen ist. Dieser Mann wird alsdann etwa drei Wochen in der Fabrik kostenlos ausgebildet, so dass er mit der Führung und Wartung des Fahrzeuges vollkommen vertraut sein kann. Mit der Ausbildung derartiger Leute sind stets die günstigsten Erfahrungen gemacht worden; z. B. hat in Berlin die Allgemeine Berliner Omnibus-Aktiengesellschaft ihre sämtlichen Pferdekutscher für den jetzigen Motorwagenbetrieb ausgebildet, und sämtliche hier laufenden Omnibusse werden von diesen Leuten gefahren. Die Resultate, welche mit diesen Leuten erzielt werden, sind die günstigsten, und Unfälle kommen nur vereinzelt vor, da solche Leute sich meistens als ruhige und vorsichtige Fahrer erwiesen haben.

[2]) Der Wagen L 5 befördert 100 Ztr. = 5 t an einem Tage 50 km hin und fährt an demselben Tage 50 km leer zurück; dies ergibt eine Gesamtleistung von 100 km für den Tag, also bei 300 Arbeitstagen 100 × 300 = 30000 km Jahresleistung. Der Benzinverbrauch, welcher bei Höchstleistung des Motors, d. h. also bei 15 km Stundengeschwindigkeit in der Ebene, sich auf etwa $\frac{1}{2}$ l für den km stellt, bedingt eine Ausgabe von 16 ₰ für den km × 30000 im Jahr, mithin die Endsumme von 4800 ℳ.

ist heute in dieser Hinsicht nichts mehr zu befürchten. Es kann wohl behauptet werden, dass die jetzt unter vielen Mühen und fortwährenden Versuchen geschaffenen Bauarten als vollkommen gelten. Der Motorbetrieb hat sich technisch und wirtschaftlich dem Pferdebetrieb als überlegen erwiesen.

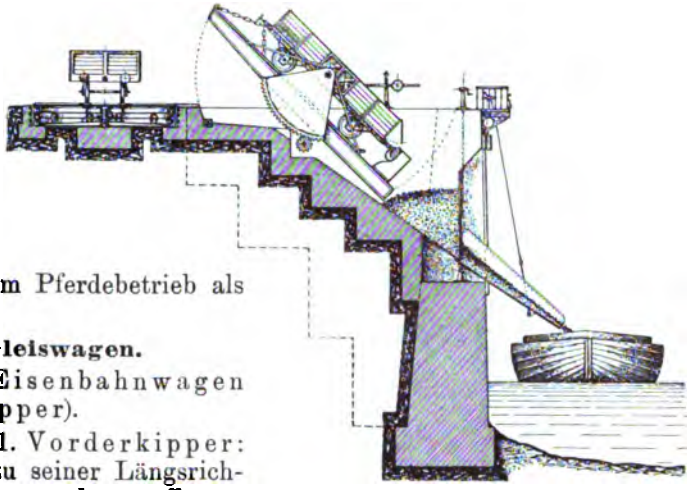


Abb. 301. Selbsttätiger Waggonkipper von J. Pohlig, A.-G., in Cöln.

III. Kipper für Gleiswagen.

Für (meist vollspurige) Eisenbahnwagen (Waggonkipper).

I. **Bühnenkipper.** 1. Vorderkipper: Neigen des Wagens quer zu seiner Längsrichtung; Ausfliessen des Gutes aus der geöffneten Stirnwand (Abb. 301—310).

a) Entladung in Tiefbehälter (s. d.) (Füllrümpfe unter Schienenhöhe). Der Kipper Abb. 301 wird durch das Gewicht der auszuschüttenden Nutzlast betätigt, indem der volle Wagen beim Niedergehen ein am hinteren Plattformende befindliches Gegengewicht hebt, das den leeren Wagen zurückschwingt. Eine Bremse regelt die Geschwindigkeit dieser Pendelbewegung, und ein Windwerk sichert in allen Fällen eine vollständige Entladung [5]. Bei der Bauart Abb. 302 drückt der volle auffahrende Wagen den Kolben eines pendelnd gelagerten Presswasserzylinders nieder; das Druckwasser hebt dabei das Belastungsgewicht eines Akkumulators, der nach Entleerung des Wagens sein Wasser an den Zylinder zurückgibt und die Plattform hebt [6]. Ist die zur Verfügung stehende Ausladungstiefe nicht sehr gross, so wird die Drehachse des Kippers an dem vorderen Ende der Plattform angeordnet (Abb. 303); vgl. Hochbehälter und [7]. Das Anheben des rückwärtigen Rahmen-

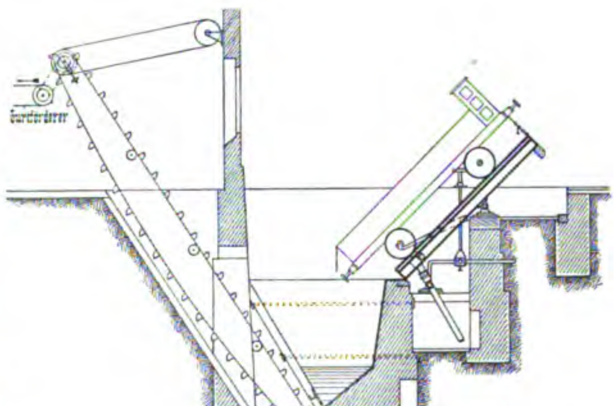


Abb. 302. Kohlenkipper von Rud. Dinglinger in Cöthen.

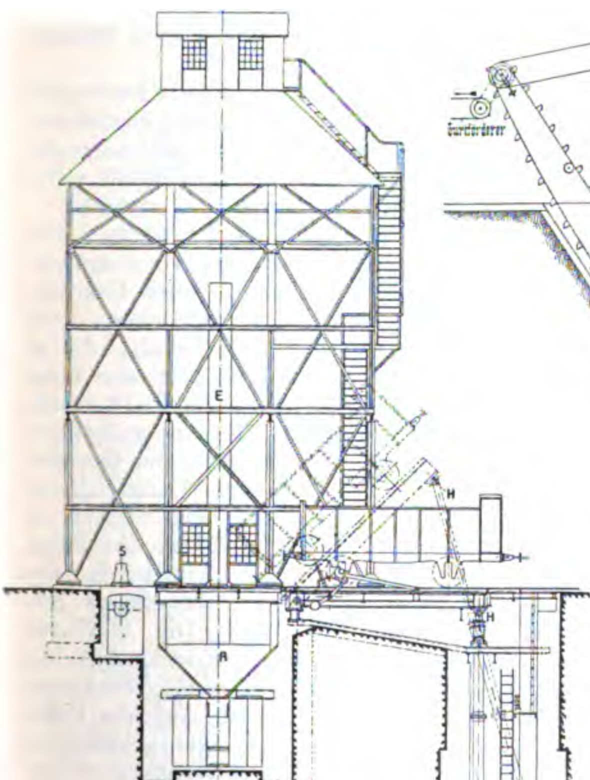


Abb. 303. Kipper der Lokomotivbekohlungsanlage auf Bahnhof Grunewald-Berlin (Unruh & Liebig in Leipzig). *E* Elevator. *H* Presswasserstempel. *R* Rumpf. *S* Spill; vgl. Abb. 757.

teils kann auch durch Seile oder Ketten [8] erfolgen oder wie bei dem Kipper Abb. 304 durch zwei elektrisch betätigte Schraubenspindeln, die ein am unteren Ende geradlinig geführtes Gestell in die Höhe schieben, bezw. wie bei dem leichten Kipper (für kleine Leistung; vgl. [3 u. 12]) der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (Abb. 305, [9]) durch Kniehebelwirkung infolge Drehung von wagerecht gelagerten Spindeln mit Rechts- und Linksgewinde. Unterstützung der Hubarbeit durch Gegengewichte. Endlich kann das Kippen auch dadurch bewirkt bezw. unterstützt werden, dass ein an Ketten hängender Kübelwagen den vorderen Teil der Plattform abwärts drückt und erst, wenn er in die richtige Lage zum Eisenbahnwagen gekommen ist, das ganze System um 45° dreht (Abb. 306) [10]; Leistung rund 12 Wagen in 1 Stunde; vgl. a. [11].

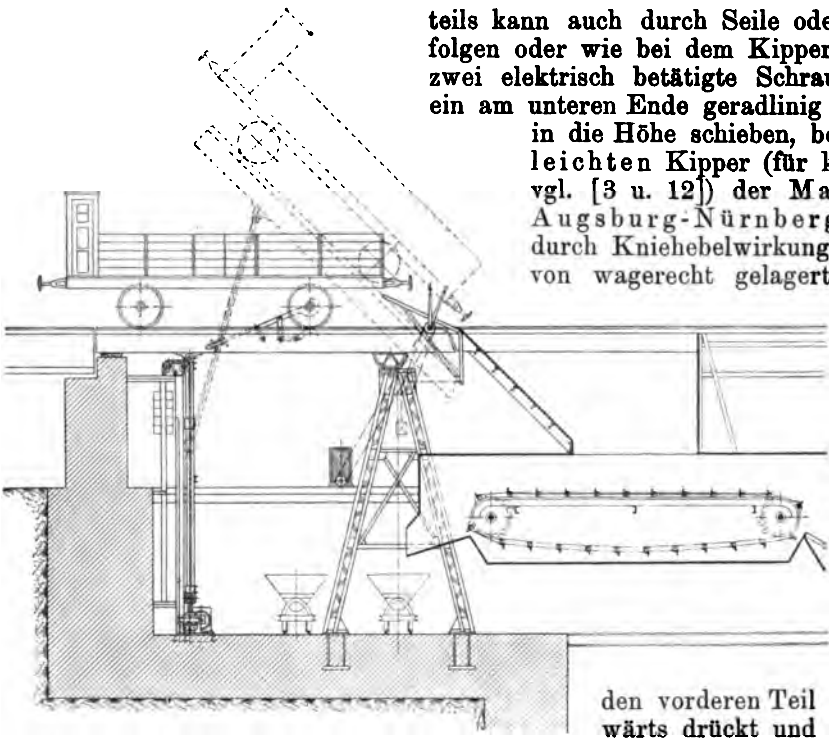


Abb. 304. Elektrischer Waggonkipper von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

Bemerkenswert an den in Abb. 307 und 308 dargestellten Bleichertschen Kippern bezw. Wagenentlade- und -umladeeinrichtungen ist, dass mit Eisenbahnwagen verschiedener Modelle, sowohl mit Selbstentladern wie mit normalen Staatsbahn-O-Wagen, gearbeitet werden kann, ohne dass der Ladeinhalt selbst bei stark veränderlichen Sturzhöhen infolge der Wasserstände u. s. w. leidet.

Die für 9 m Unterschied zwischen dem höchsten und tiefsten Wasserstand konstruierte Anlage besteht aus einem schweren Brückengerüst mit beiderseitigen Auslegern. In Zwischengefässe von 29 cbm Inhalt, die an einer Krankatze hängen, entleeren sich unter Vermittlung von Schurren, z. B. Talbotsche Seitenentlader, indem man die Kipperplattform innerhalb des Gerüstes in ihrer Längsrichtung nach vorn schiebt, so dass hinter ihr Raum zum Einhängen des Zwischengefässes entsteht. Die O-Wagen werden derart entladen, dass die in bekannter Weise auf die Plattform gebrachten und dort verankerten Betriebsmittel über Kopf in den eingehängten Behälter gestürzt werden.

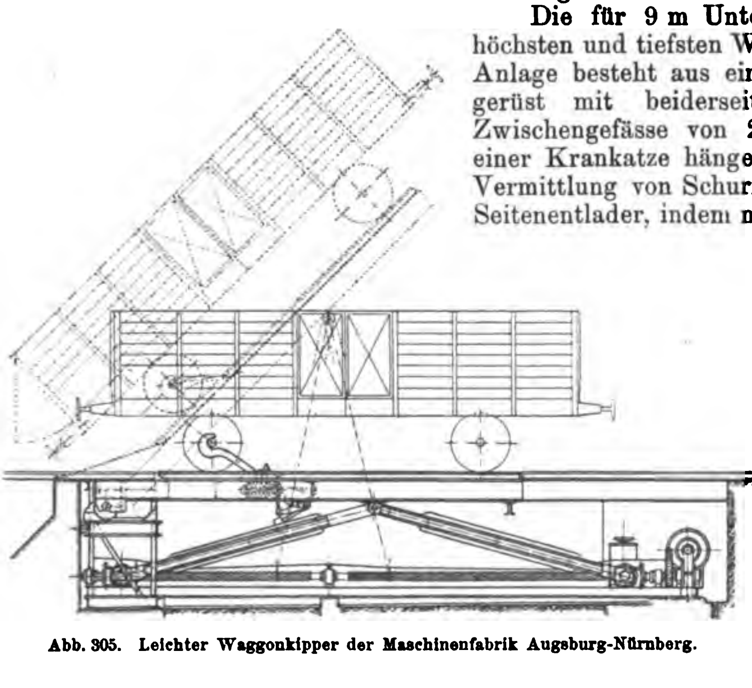


Abb. 305. Leichter Waggonkipper der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

Die Entleerung des Zwischenkübels, der bis auf 11 m über Uferkante hinausgefahren werden kann, erfolgt durch den konischen, auf- und abwärts zu bewegenden Boden, der mit Hilfe eines auf der Kübeltraverse sitzenden Elektromotors von etwa 5 PS. vom

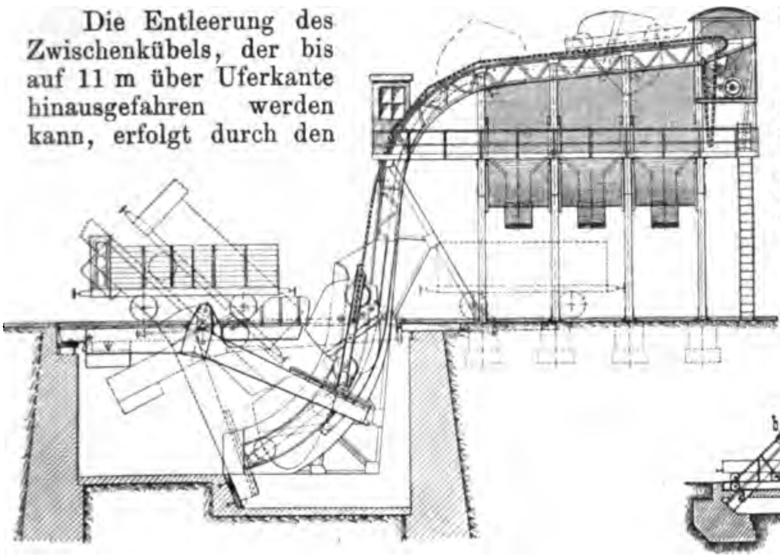


Abb. 308. Kipper mit elektrischem Aufzug von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

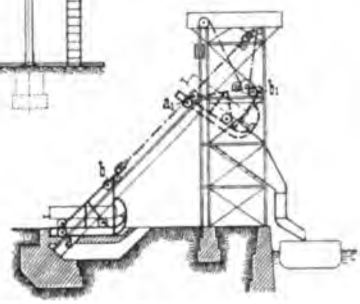


Abb. 309. Schrägaufzug mit Kipper von J. Pohlig, A.-G., in Cöln.

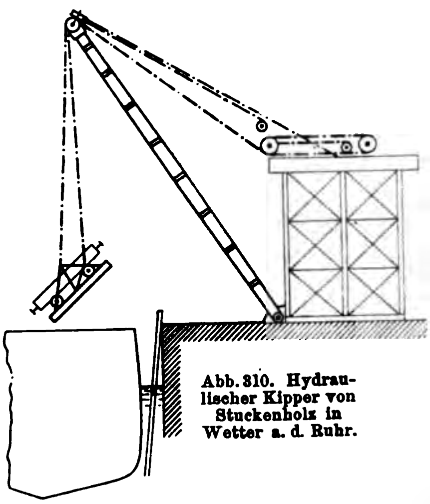


Abb. 310. Hydraulischer Kipper von Stuckenholz in Wetter a. d. Ruhr.

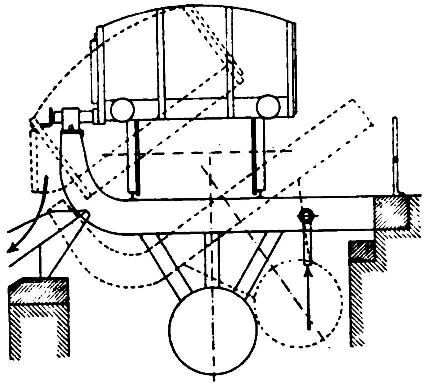


Abb. 311. Französischer Seitenkipper.

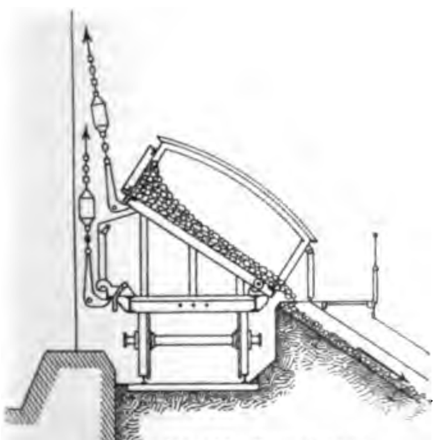


Abb 312. Kastenkipper.

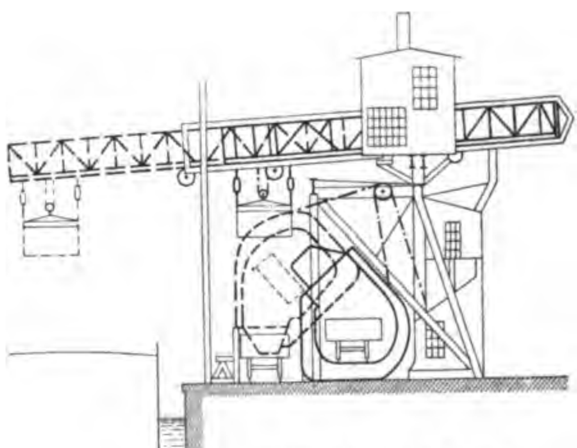


Abb. 313. Kipper von Brown in Cleveland.

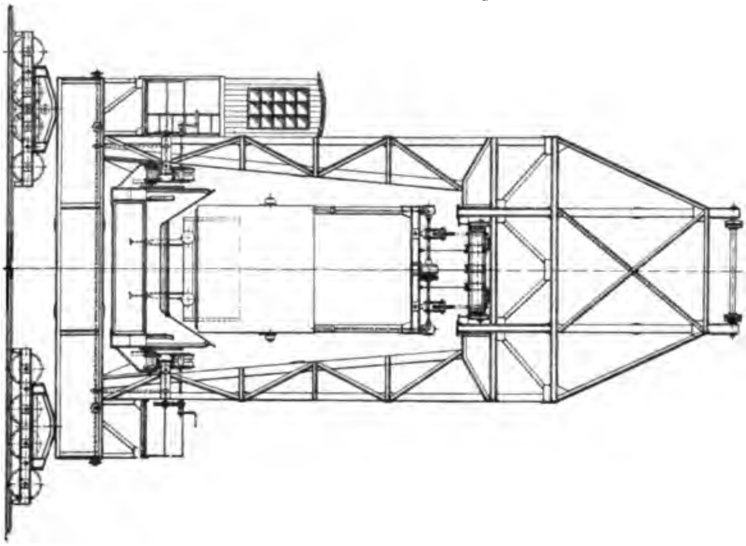


Abb. 308.

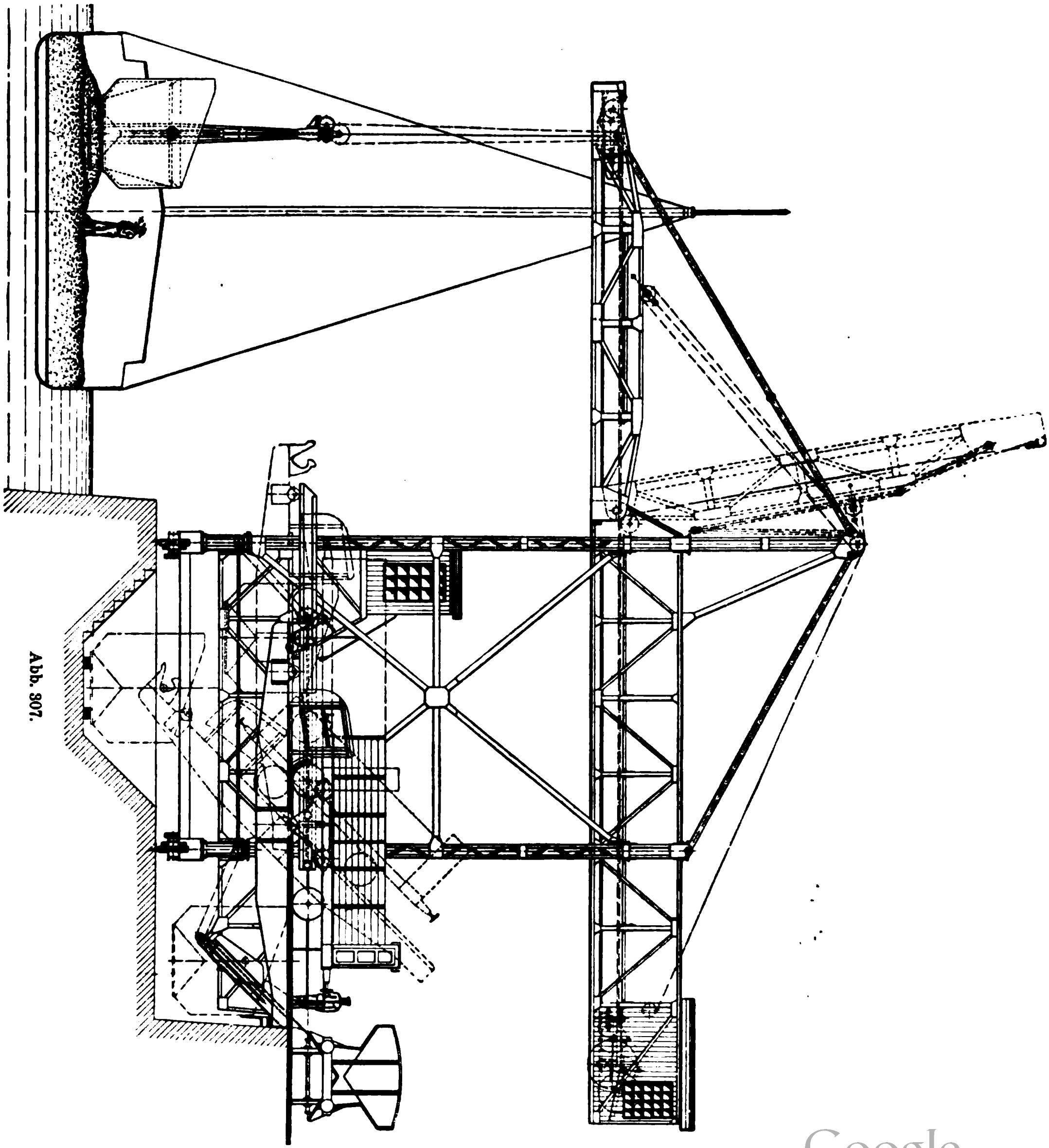


Abb. 307.

Abb. 307 u. 308. Waggonumlader von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

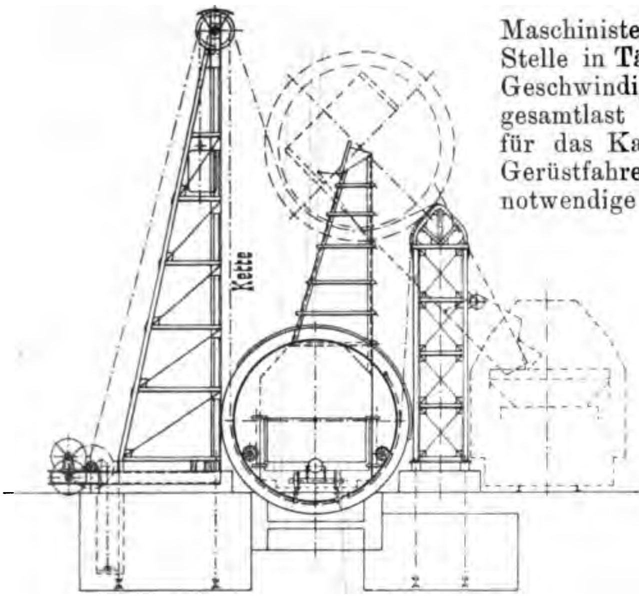


Abb. 314. Seitenkipper von Humboldt in Kalk bei Cöln.

Maschinistenstande aus von jeder beliebigen Stelle in Tätigkeit gesetzt werden kann. Die Geschwindigkeit für das Heben der Höchstgesamtlast von etwa 37 t beträgt 10 m/min, für das Katzenfahren ~ 40 m/min, für das Gerüstfahren ~ 60 m/min. Die im ganzen notwendige Betriebskraft beläuft sich auf rund 275 PS., die stündliche Durchschnittsleistung auf etwa 10 Wagen [13].

b) Entladung in Hochbehälter (s. d.) oder mittels hochgelegener Rutschen. Bei der Entladung von Eisenbahnwagen z. B. von einem Kai aus in Seeschiffe werden senkrechte Aufzüge [14] oder auch Schrägaufzüge (s. d.) (Abb. 309) verwendet. Bei letzteren wird der Wagen auf ein mit Rädern *a b* versehenes Gestell gefahren und dieses durch Seile eine schiefe Ebene hinaufgezogen; oben läuft das Gleis für die Fahrbühne wagerecht (a_1, b_1), wodurch der Wagen kippt. Ausgleich eines Teiles der toten Last durch Gegengewichte [15]. Zu gleichem Zweck werden auch Krane (Abb. 310) benutzt, welche die Wagen über die Schiffsluken heben und dann kippen [16].

2. Seitenkipper: Neigen des Wagens um seine Längsachse; Ausfliessen des Gutes durch die geöffnete Seitenwand (Abb. 311 und 312) oder über den Bordrand (Abb. 313 und 314) (Drehung um ~ 135°).

a) Entladung in Tiefbehälter. Beim Kippen des ganzen Wagens um seine Längsachse wird ein zur Rückwärtsbewegung dienendes Gegengewicht gehoben (Abb. 311) [17]; bei der (ebenfalls französischen) Anordnung (Abb. 312) wird nur der Kasten gekippt [18].

b) Entladung in Wagenhöhe. Von der Brownschen Wiege (Abb. 313) werden die (30 t-)Wagen nach hydraulischer Verklammerung mittels besonderer Taschen in Ueberladekasten gestürzt, die mit Hilfe von Plattformwagen und beweglichen Krangestellen mit wagerechten Auslegerbrücken in die Schiffe gesenkt und dort entleert werden. Durchschnittsleistung 4000 t/10 st [19]. — Der Kipper (Abb. 314) besteht aus einem zylindrischen, an zwei Gestellen mit Ketten aufgehängten Rahmen, in den beispielsweise ein schmalspuriger Wagen einfährt. Beim Aufwickeln der Kette hebt und dreht sich das Rahmenwagenaggregat, und das Schüttgut fliesst über eine Schurre in einen Vollbahnwagen oder dergl.; vgl. a [20].

Kosten: In Zahlentafel 33 [21] sind die reinen Arbeitskosten der

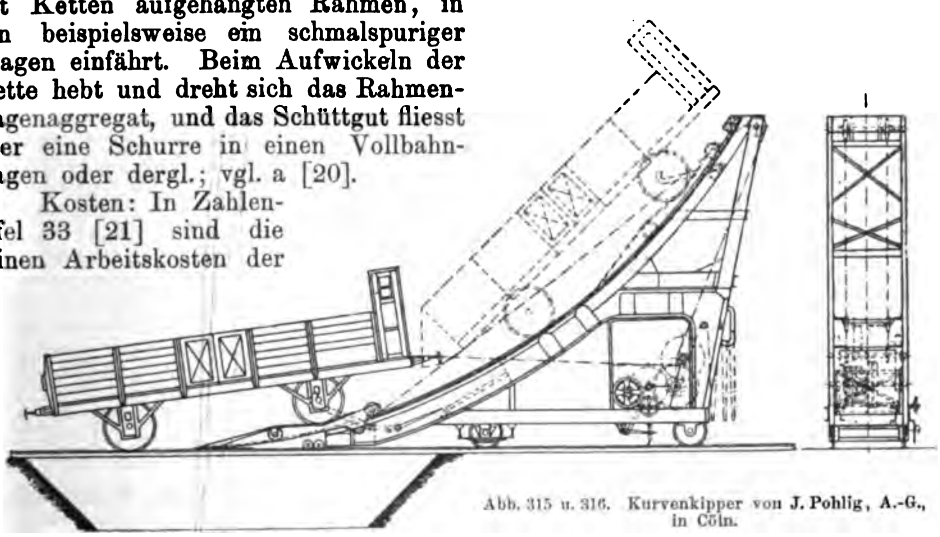


Abb. 315 u. 316. Kurvenkipper von J. Pohlig, A.-G., in Cöln.

verschiedenen Kohlenverladungsarten in Ruhrort[1]) vergleichsweise aufgeführt. Der Verdienst eines Arbeiters im Akkord stellt sich dabei auf 5 – 6 ℳ täglich. Die Umschlagskosten für Koks stellen sich auf etwa das Doppelte.

Laufende Nr.	Zahlentafel 33. Verladungsart	Anzahl der Arbeiter	Zeitraum der Entladung eines 10 t-Wagens	Ladungsleistung in 10 Arbeitsstunden	Ladungskosten für den 10 t-Wagen	Ladungskosten eines Kahns von 1000 t
	A. Verladung aus dem Eisenbahnwagen ins Magazin:		Minuten	t	ℳ	ℳ
1	Von der Pfeilerbahn direkt in das Magazin	4	20	300	0,8	—
2	Desgl. unter Benutzung von Schiebkarren	2	75	80	1,5	—
	B. Verladung vom Eisenbahnwagen ins Schiff:					
3	Mit Schiebkarren über Laufgänge	2	100	60	2,0	200
4	Mit Kippwagen auf Gleisen über Ladebühnen	2	85	70	1,6	160
5	Mittels der Kohlentrichter	4	25	240	0,9	90
6	Mittels der **Wagenkipper**	5	**5**	**1200**	**0,25**	**25**
7	Mittels Dampfkrans	12	10	600	1,50	150
	C. Verladung aus dem Magazin ins Schiff:					
8	Mit Schiebkarren	8	—	200	2,2	220
9	Mit Kippwagen	8	—	250	1,8	180

II. Im Gegensatze zu diesen Plattformkippern besteht der Pohligsche **Kurvenkipper** (Abb. 315 und 316) im wesentlichen aus einer fahrbaren Vorrichtung, die auch so angeordnet werden kann, dass die entladenen Eisenbahnwagen, nachdem sie auf die Kipperbahn hinaufgezogen sind, durch Drehen des oberen Teiles des Kippers von der andern Seite wieder abgelassen werden können, so dass alsdann der Kipper auf irgend einem Hochbahngleise aufgestellt zu werden und so einen in einer Reihe stehenden Eisenbahnzug ohne Rangieren zu entladen vermag [22].

Betreffend Kipper zum Beladen von Eisenbahnwagen vgl. [23].

Literatur: [1] Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern, 3. Teil, Berlin 1906, S. 320 (im folgenden bezeichnet mit T. H.).; ferner Zimmer, The mechanical handling of material, London 1905, S. 298 ff.; Stone, Mechanical shipment of coal, Calcutta 1904, S. 1 ff. — [2] Buhle, Glasers Annalen 1898, II, S. 43; Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1247 ff. — [3] Ders., T. H., III, S. 59 ff.; vgl. a. T. H., I, S. 30 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 258); Ders., T. H., III, S. 60 und 84 ff. — [4] Pflug, Zeitschr. d. Mitteleurop. Motorwagenvereins 1907, S. 379, bezw. „Stahl u. Eisen" 1907, S. 1596 ff. — [5] Buhle, T. H., III, S. 310, und „Hütte", 19. Aufl., 1. Teil, S. 1238; vgl. a. Terhaerst, „Das neue Gaswerk in Nürnberg", 1906, Tafel 7. — [6] Ders., Glasers Annalen 1898, II, S. 88 ff. — [7] Ders., T. H., III, S. 8 und 101 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 783); wirtschaftl. Daten über diese Anlage s. Glasers Annalen 1906, I, S. 204 ff.; vgl. ferner Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1328, und T. H., III, S. 311, sowie Fröhlich, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 436 ff. — [8] v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 450 (Bauart Hoppe-Gebauer, Berlin, für die Gasanstalt Tegel; Stundenleistung 120 t = 12 Wagen à 10 t). — [9] Glasers Annalen 1907, II, S. 53. — [10] Buhle, T. H., III, Taf. 1, Fig. 14 („Gewerbefleiss" 1904, Taf. A, Fig. 7) und S. 208 („Glückauf" 1905, S. 1598; Bauart Krupp, Grusonwerk, Magdeburg, für Breslau). — [11] v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 449 (D.R.P. Nr. 124185 von A. Bleichert & Co., Leipzig). — [12] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 1221 (Schwere Bauart Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg für Hamburg; grosse Stundenleistung 15—20 Wagen von 10—20 t). — [13] Buhle, T. H., III, S. 253 ff. („Stahl und Eisen" 1906, S. 652 ff.). — [14] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 793 ff. (Bauart Nagel & Kaemp, Hamburg, für Emden); ferner ebend., S. 1471, und 1894, S. 1047 (Rotterdam) sowie 1899, S. 1247; ebend., 1907, S. 1532 ff. (Benrath). — [15] Buhle, T. H., III, S. 311. — [16] Ders., ebend., S. 120 (Wasser- und Wegebau 1904, S. 1 ff. [Bauart Stuckenholz, Wetter a. d. Ruhr]) und Glasers Annalen 1898, II., S. 42 ff. (Bauart Hoppe, Berlin, für Bremen). — [17] Gruner, Veröffentl. des 9. Internationalen Schiffahrtskongresses in Düsseldorf 1902, I. Sektion, 3. Frage; ferner Zimmer (vgl. [1]), S. 308, und Stone (vgl. [1]), S. 13. — [18] Vgl. [17] Gruner; ferner Zimmer, S. 309, und Stone, S. 11 ff. — [19] Buhle, Glasers Annalen 1898, II, S. 42; Ders., T. H., I, S. 157, und III, S. 312 ff. — [20] v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 452, Fig. 81; Ders., ebend. 1904, S. 201 ff. (Bauart Mc Myler, Cleveland); vgl. a. Buhle, T. H., I, S. 55 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 72). — [21] Ders., ebend., S. 253 („Stahl und Eisen" 1906, S. 652). — [22] Ders., T. H., III, S. 217 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 243) und S. 254 („Stahl und Eisen" 1906, S. 715); ferner Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 451, und Elektr. Bahnen u. Betriebe 1906, S. 344). — [23] Buhle, T. H., III, S. 255 („Stahl und Eisen" 1906, S. 716).

[1]) Vgl. a. „Stahl und Eisen" 1907, S. 1751, Kipper der Duisburger Maschinenfabrik, Bechem & Keetman.

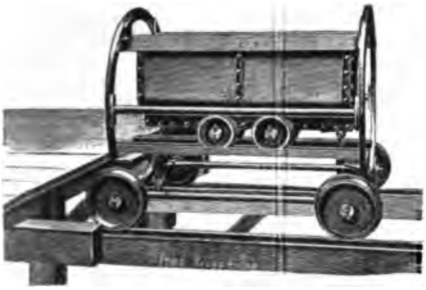


Abb. 317. Fahrbarer Kreiselwipper von Krupp.

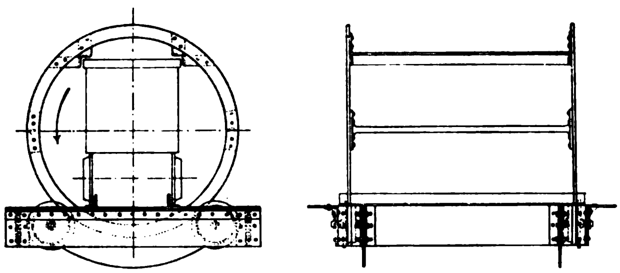


Abb. 318 u. 319. Festliegender Kreiselwipper von Krupp.

β) **Wipper** sind Kipper (s. d.) für (schmalspurige) Grubenwagen; vgl. a. Schienenbahnen, Massentransport und [1].

Um Grubenwagen schnell zu entleeren, werden verwendet: 1. Kreiselwipper. Abb. 317 zeigt eine fahrbare Bauart, während Abb. 318 und 319 einen festliegenden derartigen Wipper darstellen; sie werden besonders auf Ladebühnen

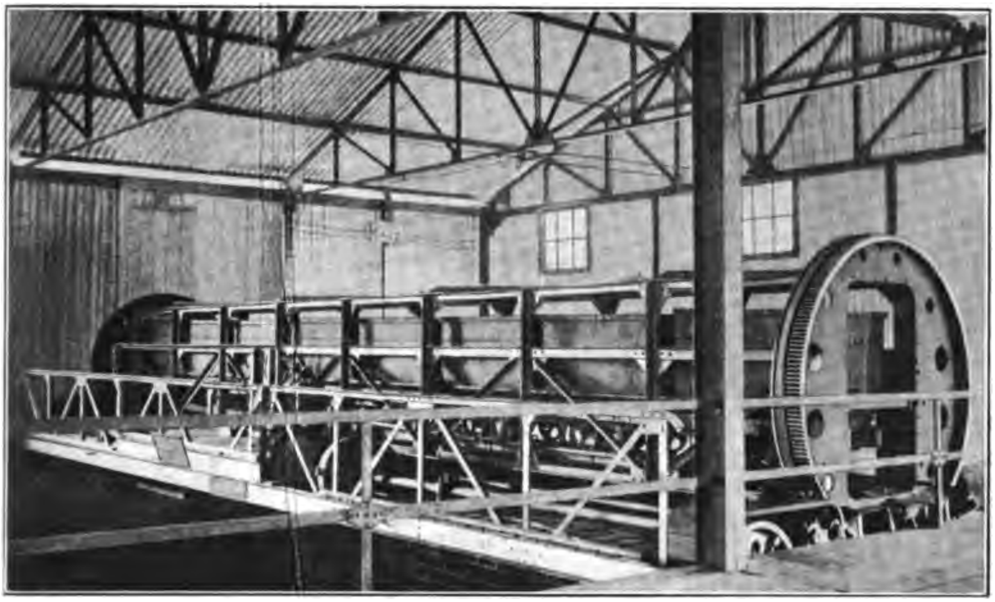


Abb. 320. Elektrisch betriebener fahrbarer Kreiselwipper mit zwei Motoren, gebaut von der Benrather Maschinenfabrik, A.-G.

benutzt beim Verladen von Erzen, Steinkohlen u. s. w. unmittelbar in Schiffe oder in Eisenbahnwagen, zum Spülversatz (s. Druckwasserförderer), zu Haldenschüttungen (s. 2.) u. s. w. Spurweite bis 600 mm, Gewicht rund 500 kg. Neuerdings werden auch ganze Züge (Abb. 320, acht Erzwagen von zusammen 13 t) durch derartige weitspannende (13 m) Kreiselwipper auf einmal (in rund 5 Sekunden) entleert. Drehmotor 5 PS., Fahrmotor 16 PS., Fahrgeschwindigkeit 65 bis 70 m/min; die Steuerung der beiden Bewegungen erfolgt von einem auf dem Kranträger befindlichen Führerstand aus.

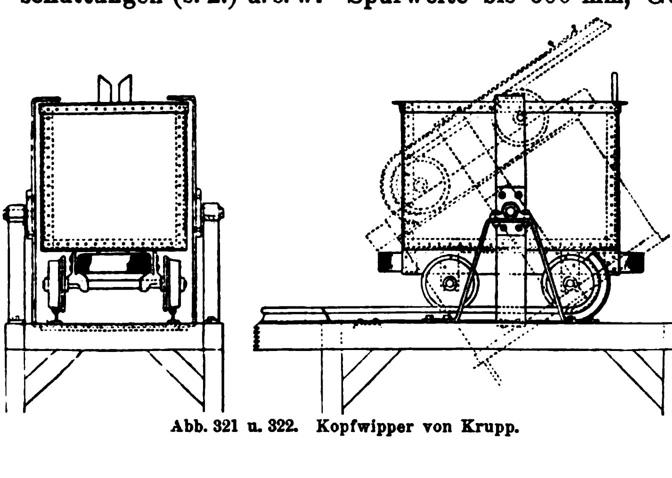


Abb. 321 u. 322. Kopfwipper von Krupp.

2. Kopfwipper (Abb. 321 und 322), besonders beim Entleeren auf Sturzhalden (vgl. a. Haufenlager). Auf dem vorgebauten Holzgerüst wird die Kippvorrichtung festgeschraubt. Ist die Haldenausschüttung so weit vorgeschritten, dass ein Umkippen des Förderwagens nicht mehr möglich ist, so wird ein neues Gerüst weiter vorgebaut und auf demselben die Kippvorrichtung wieder festgeschraubt. Das Gewicht und die Bauart dieses Wippers richten sich nach der Form und der Grösse der zu kippenden Wagen.

Literatur: [1] Buhle, „Hütte", 19. Aufl., I. Teil, S. 1239 ff.; v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journal 1903, S. 343.



Abb. 323. Turmdrehkran von C. Flohr in Berlin.

c) Beliebig gerichtete Förderung.

Krane für Massentransport sind insbesondere I. Drehkrane (einschl. Löffelhochbagger) in Verbindung mit Kübeln (s. d.) und Greifern (s. d.), II. Hochbahnkrane (Brückenkrane, Verladebrücken, „amerikanische" Verladevorrichtungen) und III. Kabelhochbahnkrane (Seilbahnkrane, Drahtseilverladebahnen oder Blondins) vgl. a. Massentransport und [1].

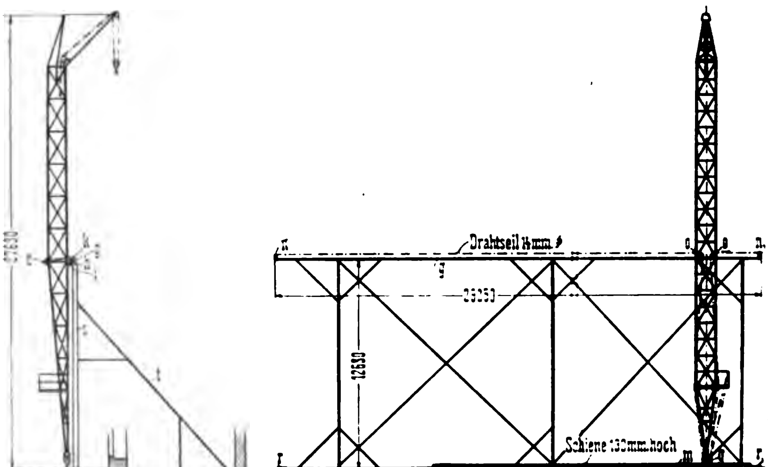


Abb. 324 u. 325. Mastkran für Hochbauten von F. Voss in Charlottenburg.

I. **Drehkrane** werden vorwiegend zur Be- und Entladung von Verkehrsmitteln gebraucht, wenn der grösste wagerechte Weg der Fördergefässe nicht über etwa 25 m beträgt; vgl. Haufenlager sowie [2]. Ueber die Verbindung von Drehkranen mit Hochbahnkranen (s. d., sowie Haufenlager, Kipper und [3]), desgleichen mit Luftseilbahnen (s. d., Abb. 327—329 und [4]); über Kreisbahnkrane s. Haufenlager; über Kranlokomotiven s. S. 34

bezw. [5]; über Ausleger-(Cantilever-)Krane (s. Hochbahnkrane [Abb. 363 und 364] und T. H., III., S. 140 ff. [Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 423]), — über Auslegerkrane als Drehkrane (Bechem & Keetman) s. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1598. — Die Bauart eines neuartigen, fahrbaren Turmdrehkranes[1]) (Patent der Firma C. Flohr in Berlin) zeigt Abb. 323. Mittels Kübel werden zum Beispiel Rüben (Zuckerfabrik Genthin) oder Kohlen (Gasanstalt Bremen) den Kähnen entnommen, um im ersten Falle einesteils unmittelbar auf Land verladen, anderseits zur weiteren Verteilung in den Trichter einer 25 m langen fahrbaren Brücke entleert zu werden. Der Kran besitzt eine Tragfähigkeit von 2 t, 14,5 m Ausladung, rund 13 m Hub, ferner 33 m/min Hub-, rund 16 m/min Fahr- und rund 130 m/min Drehgeschwindigkeit. Bei einem Dauerbetrieb (Tag und Nacht) wurden stündlich rund 57 t Rüben entladen.

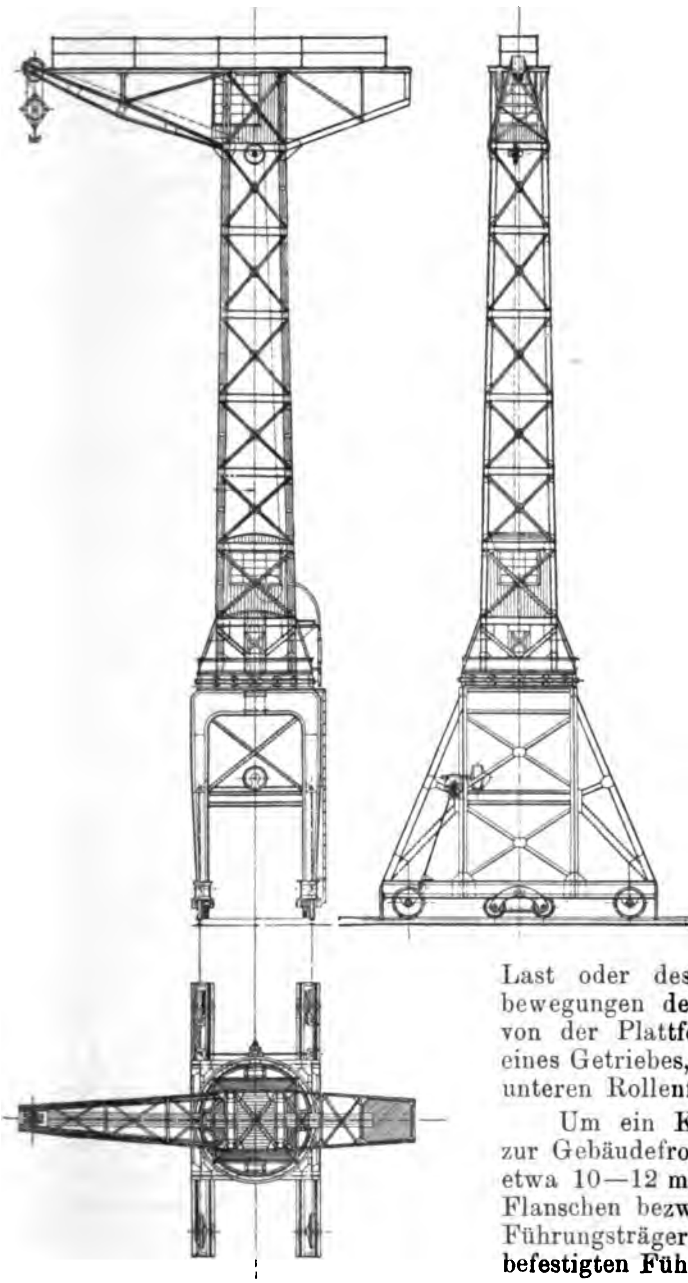


Abb. 326a—326c. Dreimotoren-Turmkran der Gesellschaft für elektrische Industrie in Karlsruhe.

Im besonderen sei hier noch der fahrbaren eisernen Mastenkrane gedacht, wie sie zum Versetzen von Werksteinen und zur Beförderung von Baustoffen neuerdings sich schnell einführen. Nach Ausführungen von H. Schumilow [6] — vgl. a. [7] — besteht ein solcher Vossscher Kran (Abb. 324 u. 325) im wesentlichen aus einem vierseitigen, schmiedeeisernen Gittermast von etwa 30 m Höhe, der in der Längsrichtung der Gebäudefront auf einer Laufschiene (einer [gebrauchten] Eisenbahnschiene, die auf Holzschwellen verlegt wird) mittels Rollenfusses fahrbar ist. Am oberen Ende trägt der teilbare Mast einen drehbaren Ausleger, von dem das Hubseil nach der auf einer am Mast angebrachten Plattform stehenden Winde geführt wird. Das Drehen des Auslegers erfolgt von Hand durch Seitwärtsdrücken der Last oder des Hubseils. Die Seitwärtsbewegungen des Mastkranes selbst erfolgen von der Plattform aus, und zwar mittels eines Getriebes, das in einen Zahnkranz des unteren Rollenfusses eingreift.

Um ein Kippen des Mastes senkrecht zur Gebäudefront zu verhindern, wird er in etwa 10—12 m Höhe durch die gegen die Flanschen bezw. den Steg des wagerechten Führungsträgers *g* laufenden, an den Hebeln *k* befestigten Führungsräder *h* bezw. *i* geführt.

[1]) Vgl. a. Deutsche Bauztg. 1908, S. 3 ff.

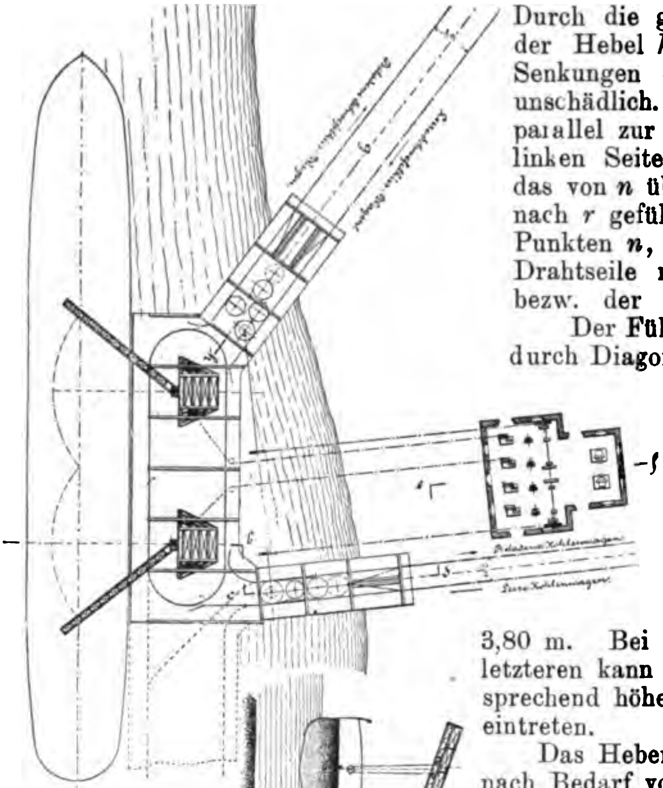


Abb. 327



Abb. 328

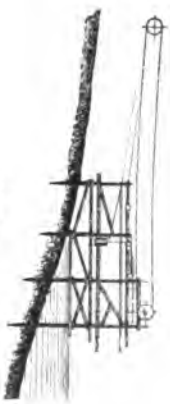


Abb. 329.

Abb. 327—329. Bleichertscher Verladekran mit drehbarem Ausleger (Drahtseilbahn-Beladestelle in Pernau, Russland).

Durch die gelenkartige Befestigung *l* der Hebel *k* am Mast werden die Senkungen der unteren Laufschiene unschädlich. Ein Kippen des Mastes parallel zur Gebäudefront, nach der linken Seite, wird vermieden durch das von *n* über die Seilrollen *o* und *q* nach *r* geführte Drahtseil *m'*. In den Punkten *n*, *n'*, *r* und *r'* sind die Drahtseile mit dem Führungsträger bezw. der Laufschiene verschraubt.

Der Führungsträger *g* ist auf den durch Diagonalen miteinander verbundenen Stützen *s* gelagert, welch letztere durch die Streben *t* abgesteift sind.

Die Mastkrane werden bei Höhen bis zu 30 m für Lasten von 1000 bis 5000 kg hergestellt bei einer Ausladung von 3,80 m. Bei einer Verringerung der letzteren kann natürlich auch eine entsprechend höhere Belastung der Krane eintreten.

Das Heben der Lasten geschieht je nach Bedarf von Hand, durch Elektromotor oder Benzinmotor. Die Konstruktion der Krane ist so gehalten, dass der Einbau von Motoren keinerlei Schwierigkeiten bietet.

Die erforderlichen Aenderungen für die einzelnen Bauten, bei denen die Einrichtung nacheinander zur Verwendung gelangt, sind geringfügig, da es sich meist nur um das Versetzen der Stützen *s* und der Streben *t* des Führungsgerüstes handelt.

Die Hauptvorzüge des Vossschen Kransystems bestehen, kurz gesagt, darin: Bei Werk- bezw. Sandsteinbauten macht es die schweren und kostspieligen abgebundenen Rüstungen vollkommen überflüssig, weiterhin hat es gegenüber den abgebundenen Rüstungen den Vorzug, dass keinerlei Konstruktionsteile in das Innere des Gebäudes hineinragen, mit Ausnahme etwa der nur in weiten Abständen (12—13 m) erforderlichen Verankerungen der senkrechten Stützen des Führungsträgers. Es braucht folglich mit der Herstellung der Zwischendecken und Dächer nicht erst auf die Fertigstellung der Werkstein- u. s. w. Fronten gewartet zu werden. Dann aber ist das Arbeitsfeld der Krane ungemein gross, weil die Spannung der Führungsseile bis auf 70 und 80 m ausgedehnt werden kann.

Bei der Anwendung elektrischer Kraft sind die Krane wegen ihrer leichten Beweglichkeit und hohen Tragfähigkeit gut imstande, ein derartig grosses Gebiet mit den erforderlichen Materialien zu versehen.

Da sich der Verbrauch an elektrischer Leistung der mechanischen Leistung entsprechend einstellt, sind diese Kosten ungemein niedrig, etwa 1 *M* für den Arbeitstag. Weil ausserdem zur Bedienung jedes Kranes nur ein Mann erforderlich ist, werden die Betriebskosten auch im ganzen gering. — Die grossen Vorteile dieses neuen Kransystems sind denn auch ausserordentlich schnell erkannt und gewürdigt worden. In der kurzen Zeit seit ihrer Einführung (1903) sind die Krane allein in Berlin innerhalb von drei Jahren in mehr als 100 Fällen zur Anwendung gekommen.

Eine andre Bauart eines fahrbaren Turmkranes zeigen die Abb. 326 a—c; er wurde meines Wissens von der Gesellschaft für elektrische Industrie in Karlsruhe zum erstenmal zum Bau einer 23 m hohen und etwa 200 m langen Kaserne in Brüssel aufgestellt, um einerseits die hohen Kosten zu ersparen, die in der Beschaffung und Herstellung der für solche Gebäude nötigen Gerüste liegen, anderseits um schnell und billig bauen zu können.

Der Kran ist im einzelnen so gebaut, dass er in kürzester Zeit leicht auseinander zu nehmen und an andrer Stelle wieder aufzustellen ist; für niedrigere Bauten kann er ohne weiteres entsprechend verkürzt werden. Bei einer Belastung von 10 t ist der Stromverbrauch des Hubmotors bei einem Hub von 25 m gleich 1420 Watt; der Preis des Kranes beträgt einschliesslich Montage rund 24 000 *M*. Zur Bedienung genügt ein Mann.

Eine sehr einfache, von der Firma A. Bleichert & Co. in Leipzig mehrfach ausgeführte Vorrichtung, Abb. 327—329, zum Löschen und Beladen von Fluss- und Seeschiffen besteht aus zwei oder je nach der geforderten Leistungsfähigkeit aus mehreren Verladekranen mit drehbarem Ausleger, welche in solchen Entfernungen voneinander aufgestellt werden, dass mit einem Kran je zwei Schiffsluken beherrscht werden können. Jeder Kran wird von einer feststehenden Seilwinde betrieben. Die Bedienung der Krane ist ausserordentlich einfach, weil nur ein Aufzugseil benutzt wird, welches durch die Mitte der Kransäule geführt und am oberen Ende des Auslegers befestigt ist, und weil die Auf- und Abwärtsbewegung der Katze auf dem Ausleger selbsttätig durch ein Gegengewicht bewirkt wird. Der Kranwärter steht unmittelbar vor der Kransäule und bedient von hier aus in sehr bequemer Weise mittels Schnur die Aufzugswinde sowie die Bremse für das Gegengewicht, womit die Katze auf jedem Punkte des Auslegers festzustellen ist. Die Senkgeschwindigkeit wird selbsttätig durch die Sicherheitswinde geregelt.

In Pernau (Russland) werden zwei dieser Krane benutzt, um Kohlen oder Schwefelkies aus Schiffen unmittelbar in die Wagen zweier an der Verladestation zu einer Schienenhängebahn zusammengeführten Seilbahnen zu verladen (vgl. a. T. H., II, S. 44, bezw. III, S. 150).

Im Anschluss hieran sei noch einer Maschinengattung gedacht, die an dieser Stelle gut einzufügen ist und die wegen ihrer grossen Bedeutung nicht unerwähnt bleiben darf, d. h. es sei auf die in England und Amerika (Abb. 330 und 331;

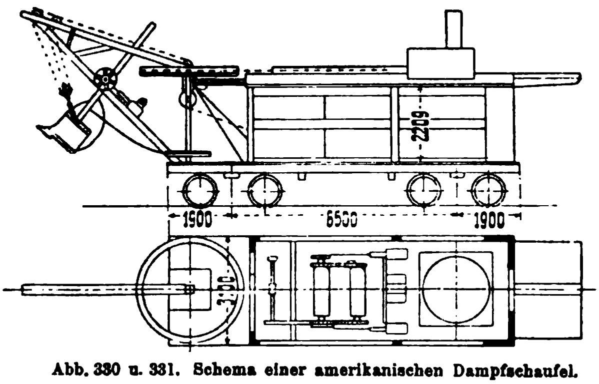
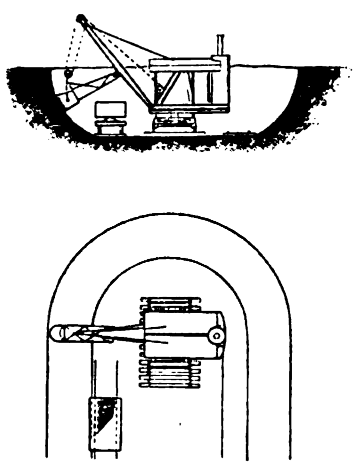


Abb. 330 u. 331. Schema einer amerikanischen Dampfschaufel.


Abb. 332 u. 333. Löffelhochbagger von Menck & Hambrock in Altona.

vgl. a. [9] und [10]) und neuerdings auch auf dem europäischen Festland zunehmende Verwendung der **Löffeltrockenbagger** (vgl. a. Bagger [s. Konveyor]) hingewiesen, die namentlich zum Abtragen von Erzhaufenlagern und Schlackenhalden sowie zum Abgraben von hochstehenden Erdmassen, bei der Herstellung von Einschnitten u. dergl., verwendet werden.[1]) Das Verdienst, diese Baggerart in grösserem Massstabe in Deutschland eingeführt zu haben, gebührt zunächst der Altonaer Firma Menck & Hambrock, die ihre Universal-Löffelbagger (Abb. 332 und 333) mit folgenden Hauptabmessungen baut:

Löffelgrösse	cbm	1,0	2,0	3,1
Windekraft	kg	8300	16000	25000
Ungefähres Gewicht des vollständigen Baggers	t	23	45	70.

Ein solcher Bagger, der äusserst sorgfältig und kräftig gebaut sein muss, weil er sehr grossen Beanspruchungen ausgesetzt ist, besteht aus einem fahrbaren, ganz im Kreise drehbaren Dampfkran, an dessen Ausleger ein verschieb-

[1]) Wie sehr sich die Arbeitsleistung in der neuesten Zeit, ermöglicht durch die Verwendung von **Maschinen gegenüber Menschenkraft,** verändert hat, zeigt eine Zusammenstellung der Zeitschrift „Scientific American" 1907, 23. November, bezw. „Stahl und Eisen" 1908, S. 33 ff. Es handelt sich hier um Zahlen, die der an den Panamakanalbauten beteiligte Abteilungsingenieur Borlich auf Grund eines fünf Monate währenden Arbeitsabschnitts bei trockener Jahreszeit festgestellt hat. In einem Monat schachtete z. B. eine Dampfschaufel durchschnittlich 14200 cbm Erdreich aus. Es waren dies Maschinen von 70 und 90 t Leistung, zu deren Betrieb einschliesslich des Ingenieurs, der Maschinisten, des Zugpersonals und der Streckenarbeiter 298 Mann gehörten. Unter der Annahme, dass ein Arbeiter in achtstündiger Schicht 4,6 cbm Boden gewinnt, wären für die Bewegung von 623700 cbm monatlich, welche Arbeitsleistung von sämtlichen Maschinen zusammen erreicht wurde, 5460 Mann erforderlich, d. h. durch die Dampfschaufeln wurden über 5000 Arbeiter gespart. Einen weiteren wesentlichen Vorteil bringt die Verwendung der Dampfschaufeln mit sich bei der Arbeit, solche Stücke von den Felsblöcken abzusprengen oder zu brechen, die mit den vorhandenen Hilfsmitteln auf Wagen verladen werden können. Während ein Mann mit Blöcken von 70—100 kg noch umgehen kann, greift eine Dampfschaufel solche von 10000 kg. In Gestein, das von Arbeitern verladen werden soll, müssen daher beim Brechen zwei- oder dreimal soviel Sprenglöcher gebohrt werden wie beim Gebrauch von Dampfschaufeln. Wenn 150 g eines Sprengmittels etwa $^3/_4$ cbm Gestein ablösen, die von einer Dampfschaufel gefasst werden können, müssen im andern Fall gegen 500 g des Sprengstoffs angewendet werden. Dadurch verschiebt sich auch die Zahl der nötigen Arbeiter von gegenwärtig 700—800 auf 2100—2400, und statt der in einem Monat verbrauchten 120000 kg Sprengstoff für 623600 cbm Felsen würden 360000 kg nötig sein. Vgl. a. „Erdgewinnung und Erdförderung", S. 90 ff.

Das ausgeschachtete Material musste an bestimmten Stellen abgestürzt werden, wohin es mittels einer Industriebahn befördert wurde. Das Vorschieben der Gleise besorgte eine Maschine, zu deren Bedienung drei Maschinisten und sechs Tagelöhner gehörten; es wurde auf diese Weise die Arbeit von 500—600 Mann verrichtet. Ebenfalls eine Spezialmaschine entleerte die Wagen, wobei in acht Stunden aus 16 Arbeitszügen 3800 cbm abgeladen wurden. Mittels sieben solcher Maschinen wurden während eines Monats von 28 weissen und 42 farbigen Arbeitern täglich 24500 cbm Boden den Wagen entnommen. Demgegenüber kann ein Mann mit der Schaufel täglich 9 cbm abwerfen; es wären also für die Arbeit 2600 farbige Arbeiter und dazu 100 weisse Aufseher nötig. Acht Maschinen mit 16 weissen und 24 farbigen Arbeitern besorgten das Verteilen und Ebnen des abgeladenen Bodens, sonst eine Arbeit für 3000 Mann **(und was für eine Art von Arbeit!).**

Betrachtet man noch die Art und Weise, wie vor 25 Jahren die Franzosen am Panamakanal zu Werke gingen, so tritt die Entwicklung der maschinellen Arbeit während dieser kurzen Zeitspanne in ihrer ganzen Grösse hervor. Damals bestand ein Lastzug aus zwölf Kippwagen von je 3 cbm Fassungsraum, beförderte also insgesamt 36 cbm Boden, jetzt wurden zu einem Zug entweder 20 Kippwagen von je 9 cbm Inhalt, also insgesamt 180 cbm, oder 17 Plattformwagen mit je annähernd 14 cbm, zusammen 238 cbm, vereinigt. Für die neuerdings täglich zu bewegenden 24500 cbm sind also 666 französische Züge oder 133 neue Kippwagenzüge bezw. 104 Plattformwagenzüge erforderlich. Mit insgesamt 7000 Beamten, Aufsehern und Arbeitern wurden jetzt in einem Monat 623700 cbm Boden transportiert, wogegen die Höchstleistung der Franzosen 216000 cbm in demselben Zeitraum bei 16000—18000 Arbeitern ausschliesslich der Beamten betrug. Allerdings wird man nicht fehlgehen, wenn man infolge Krankheiten u. s. w. von diesem Arbeiterheer der Franzosen nur etwa die Hälfte als stets dienstfähig annimmt. Auf den Kopf des Arbeiters gerechnet kamen unter französischer Leitung monatlich 24,5 cbm gegen 88,7 cbm Boden heutzutage.

Auf die ungemein grosse **wirtschaftliche** Bedeutung dieser und andrer Maschinen hat der Verfasser bereits in T. H., II, S. 46 (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 271) hingewiesen. Man hat berechnet, dass, wenn bereits beim Bau des Suezkanals solche maschinellen Hilfsmittel angewandt wären, sich daraus eine Zeit- und Geldersparnis von etwa 20% ergeben haben würde, **d. h. es wäre der Kanal statt in zehn in acht Jahren und statt für 475 Millionen für 380 Millionen Franken hergestellt worden.**

barer und drehbarer Löffel befestigt ist. Letzterer macht annähernd die Bewegung einer Handschaufel. Hierzu dient eine auf der Kranplattform stehende grosse Dampfwinde, die den Löffel mittels Flaschenzuges hebt, während ein am Ausleger befestigter Dampfzylinder oder eine daselbst angebrachte kleine Dampfwinde den Löffel beim Graben vorschiebt. Beim Arbeiten wird der Löffel mit seiner Schnittkante auf die Sohle niedergelassen. Durch Heben mit der grossen und Drücken mit der kleinen Dampfwinde bezw. mit dem Dampfzylinder dringt die Löffelschneide beim Hochwinden in das Erdreich ein und schneidet einen Streifen ab, der in den Löffel fällt. Durch Drehen des Kranes gelangt der Löffel über den Transportwagen, und durch eine am Löffel angebrachte Bodenklappe fällt die in ihm befindliche Erdmasse in den darunter stehenden Wagen. Ist alles Baggermaterial im Bereich des Löffels abgegraben, dann muss der Bagger weitergefahren werden.

Die grösste Löffelverschiebung beträgt bei Anwendung eines Dampfpresszylinders 1 m, während, wenn eine Dampfwinde zum Verschieben des Löffels angewendet wird, dieser die ausserordentliche Verschiebung von etwa 3 m erhält, die es ermöglicht, zwei hinter dem Bagger aufgestellte Wagen von je 3 cbm Inhalt[1]) zu beladen, was für die Leistung des Baggers in Einschnitten von grossem Vorteil ist.

Man kann mit diesen Baggern Einschnitte herstellen (Schlitzarbeit) und auch Haufen oder Halden abgraben (Seitenentnahme).

Bei Schlitzbaggerung hängt die Leistung ausser von der Bodenart und den Einschnittabmessungen — im allgemeinen sollten z. B. die Wände nicht unter 4 m hoch sein — wesentlich von der Leistungsfähigkeit der Fördergleise ab. Letztere müssen so angeordnet sein, dass am Bagger immer leere Wagen stehen, damit der Löffelinhalt ohne Zeitverlust in die Wagen geschüttet werden kann. Einige dem Auge kaum auffällige, bei jedem Baggerspiel verlorene Sekunden bringen leicht 10—20% Verlust an Baggerleistung. Folgende in Abb. 334—338 dargestellte Gleisanordnungen haben sich in der Praxis gut bewährt.

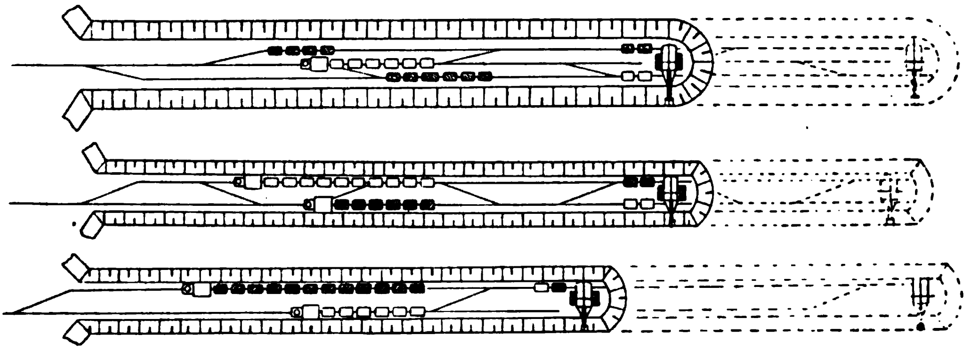


Abb 334—336. Gleisanordnungen bei Schlitzbaggerungen.

Bei der Anordnung nach Abb. 334 befinden sich hinter dem Bagger drei Gleise; das mittlere führt nach der Kippe und dient zur Aufstellung des Leerzuges hinter dem Bagger, während die seitlichen Gleise zum Aufstellen der gefüllten Zughälfte vorgesehen sind. Durch Weichen, die in einer Entfernung gleich der halben Zuglänge zu verlegen sind, erfolgt die Verbindung der seitlichen Gleise mit dem Mittelgleis. Zweckmässig werden die Weichen gegeneinander versetzt. Das Heranbringen und Fortschaffen der Wagen zum bezw. vom Bagger geschieht in folgender Weise: Der auf dem Mittelgleis stehende

[1]) Für die Leistung eines Löffelbaggers ist die Wagengrösse von wesentlichem Einfluss. Als zweckmässig werden Wagen von 3 cbm Inhalt anempfohlen; kleinere Wagen sollten nicht genommen werden, einmal um nicht bei der Schlitzarbeit die Leistungsfähigkeit des Baggers herabzudrücken, und zweitens, weil sie überhaupt für Löffelbagger nicht recht geeignet sind; bei ihnen fällt nämlich zu viel vorbei, und sie halten auch den Stoss, der durch das Hereinfallen des Schüttgutes entsteht, auf die Dauer nicht aus; s. [1]) S. 138.

Leerzug wird mittels einer Lokomotive vorgeschoben, z. B. auf das rechte Gleis. Der Uebergang erfolgt über die dem Bagger zunächstliegende Weiche. Wenn er am Bagger angekommen ist, werden die beiden letzten Wagen abgehängt und der so gekürzte Leerzug fährt wieder auf das Mittelgleis zurück. Die beiden leeren Wagen werden nunmehr am Bagger gefüllt und alsdann durch Pferde weggezogen. Hierbei bleiben sie auf dem rechten Gleis und schliessen sich den bereits gefüllten Wagen an. Dann drückt der Leerzug wieder vor u. s. w.; der Vorgang wiederholt sich, und zwar abwechselnd auf dem rechten und linken Gleis.

Während der Zeit, in der der Bagger auf der rechten Seite keine Wagen zur Verfügung hat, schüttet er die linksseitig stehenden Wagen voll. Ist die Mannschaft eingearbeitet, so findet das Abziehen der gefüllten Wagen durch die Pferde und das Heranbringen der leeren Wagen durch die Lokomotive des Leerzuges so rasch statt, dass während der Zeit, in der der Bagger auf der einen Seite keine Wagen zum Beschütten vorfindet, solche auf der andern Seite stehen, so dass kein Wagenmangel am Bagger eintritt und seine volle Leistungsfähigkeit ausgenutzt werden kann.

Die Zuglänge darf nicht zu gross sein; 20 Wagen werden als eine geeignete Menge erachtet. Würde die Zuglänge wesentlich grösser gewählt, so wüchsen die Entfernungen der Weichen genau in demselben Verhältnis; dadurch entständen zu grosse Fahrzeiten, und es könnte infolgedessen vorkommen, dass das Wegschaffen und Heranbringen der Wagen auf der einen Seite länger dauerte als das Füllen auf der andern Seite. In einem solchen Falle entsteht eine Pause, während welcher der Bagger stillstehen muss, was natürlich die Leistung beeinträchtigt.

Bei fortschreitender Arbeit des Baggers werden die Fördergleise systematisch vorgebaut, ohne dass hierbei eine Arbeitsunterbrechung stattzufinden braucht. Dasselbe gilt hinten für das Abbrechen der beiden Seitengleise. Das Vorbauen geschieht so, dass stets Normallängen am Bagger vorgebaut werden. Die Schienenlängen müssen sich der Baggerbauart anpassen; es ist jedoch vorteilhaft, sie möglichst gross zu wählen. Bei dem Universallöffelbagger mit Dampfwinde auf dem Ausleger zum Vorschieben des Löffels gestattet die grosse Löffelverschiebung (s. oben), z. B. Normallängen von 6 m zu verwenden.

Ist ein Zug beladen, so muss er gegen einen andern ausgewechselt werden. Zu diesem Zweck fährt der von der Kippe kommende neue Leerzug auf das Mittelgleis. Die Lokomotive dieses Leerzuges befindet sich gemäss den Vorschriften meist an dem Ende des Zuges, das dem Bagger zugekehrt ist. Die Maschine des vorhergehenden Leerzuges steht auch noch auf dem Mittelgleis. Dann fahren beide Lokomotiven über die Weichen auf das rechte bezw. linke Gleis und drücken die vollen Zughälften über die hinteren Weichen auf das Abfuhrgleis. Die Lokomotive der zuerst angekommenen Zughälfte setzt sich hinter den Leerzug, während die Maschine der zuletzt angekommenen Zughälfte mit der andern auf dem Abfuhrgleis stehengebliebenen gefüllten Zughälfte nach der Kippe fährt. Während dieses Umwechselns findet am Bagger eine kurze Betriebsunterbrechung statt, die sich bei ordnungsmässiger Ausführung der Gleisanlage und bei eingearbeiteter Mannschaft auf wenige Minuten beläuft. Hierdurch entsteht eine kleine Verringerung der Baggerleistung, die aber im ganzen an einem Tage nicht viel mehr als eine halbe Stunde ausmacht.

Bei richtig geregeltem Betriebe muss der Bagger während des Zugwechsels vorfahren, so dass durch das Vorrücken des Baggers keine Betriebsstörung entsteht.

In engen Einschnitten von etwa 5 m Sohlenbreite ist wegen Raummangels die in Abb. 334 dargestellte Gleisanordnung nicht mehr möglich, weshalb zu der in Abb. 335 veranschaulichten Anordnung übergegangen werden muss. Bei ihr steht der leere Zug auf dem linken, der volle auf dem rechten Gleis. Die den Leerzug bedienende Lokomotive fährt nun dem Bagger abwechselnd unter Benutzung der Weichen je zwei leere Wagen zu. Die gefüllten Wagen werden aber nicht mit Pferden, sondern durch eine besondere Rangierlokomotive für

den Vollzug abgezogen. Diese Maschine fährt ebenfalls über die Weichen abwechselnd vom rechten und linken Gleis zwei volle Wagen ab.

Die Leistungsfähigkeit des Gleisplanes nach Abb. 335 ist dieselbe wie nach Abb. 334, da die Lokomotive des vollen Zuges imstande ist, durch grössere Geschwindigkeit die Leistung der beiden Pferde zu übertreffen. Jedoch ist diese Arbeitsweise nicht so bequem wie der Pferdebetrieb, da die Lokomotive immer mit dem vollen Zug hin und her fahren muss. Daher wird die Arbeit im engen Einschnitt auch etwas teurer als im weiten. Ein weiterer Nachteil dieses Gleisplanes besteht darin, dass, falls an einem Gleis etwas in Unordnung gerät, eine Betriebsstörung eintritt. Ist die Leistung des Baggers wegen der Bodenbeschaffenheit gering, so kann es unter Umständen genügen, mit dem in Abb. 336 veranschaulichten Gleisplan zu arbeiten, der etwas einfacher und weniger leistungsfähig ist.

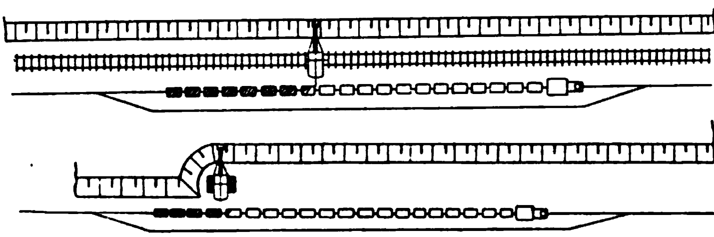


Abb. 337 u. 338. Gleisanordnungen bei Seitenentnahme.

Weit einfacher gestalten sich die Gleisanlagen bei Seitenentnahme; die üblichen Anordnungen sind in Abb. 337 und 338 dargestellt und ohne weiteres verständlich. Der Unterschied besteht hauptsächlich in der Anordnung des Baggergleises.

Abb. 337 stellt ein kurzes Baggergleis dar, wie es auch bei Schlitzarbeit verwendet wird; bei dieser Anordnung muss der zu beladende Zug durch eine Lokomotive langsam am Bagger vorbeibewegt werden. Bei Abb. 338 ist das nicht nötig; bei dieser Anordnung kann der Bagger selbst weitergefahren werden und dabei alle Wagen des Zuges beschütten. Durch das Vorrücken des Baggers entsteht eine, wenn auch nicht bedeutende, so doch nicht zu unterschätzende Minderleistung. Beim Beladen von Eisenbahnzügen empfiehlt sich, wenn die Bahnverwaltung nur die Wagen stellt und keine Lokomotive zum Rangieren vorhanden ist, meist die Anordnung nach Abb. 338. Sie hat auch dort Vorteile, wo der Boden sehr weich ist, weil sich das durchgehende Baggergleis nicht so leicht in den Boden eindrückt wie das kurze Baggergleis nach Abb. 337. Allerdings erfordert das Vorrücken des langen Gleises mehr Leute als das Verbauen des kurzen Baggergleises. Wenn diese Leute in der Zeit, in der das durchgehende Gleis nicht verschoben wird, mit andern Arbeiten beschäftigt werden können, so fällt dieser Nachteil fort; andernfalls wird die Arbeit auf durchgehendem Gleis teurer als auf kurzem Gleis. Ersteres ist dagegen im allgemeinen betriebsicherer als letzteres, weil es bei Rutschungen und Sprengungen leichter ist, den Bagger in Sicherheit zu bringen. Es hängt daher vornehmlich von den Betriebsverhältnissen ab, welche Anordnung vorzuziehen ist.

Der Löffelbagger ist im allgemeinen etwas beweglicher und anpassungsfähiger als der Eimerkettenhochbagger, und daraus ergeben sich seine besonderen Verwendungsgebiete (vgl. Konveyor).

Will man z. B. mit Eimerkettenhochbaggern einen Schlitz herstellen, so muss man in den meisten Fällen erst von Hand bis auf die Sohle durchschlitzen, ehe man den Bagger verwenden kann; dann wird aber meist die Aufstellung eines solchen überhaupt nicht mehr rationell.

Bei Abgrabung eines niedrigen Berges ist ferner ein auf durchgehendem Gleis betriebener Löffelbagger bei grosser Löffelverschiebung imstande, auch bei Gleisen, die zur Abgrabungsfläche nicht sehr genau liegen, einen ziemlich breiten Streifen fortzunehmen, ohne dass seine Gleislage verändert zu werden braucht. Der Löffelbagger ergibt in manchen Fällen bei geringeren Betriebskosten Leistungen, welche die des Eimerkettenhochbaggers übertreffen. Weiter eignet sich der Universallöffelbagger, wie bereits erwähnt, vorzüglich zur Abgrabung hoher Berge, bei denen Gleisverschüttungen vorkommen können.

Dieselben Eigenschaften, die dem Universallöffelbagger sein Anwendungsgebiet im Wettbewerb gegen den Eimerketten**hochbagger** zuweisen, sichern ihm auch eine Verwendung bei Arbeiten, die an sich von dem Eimerketten**tiefbagger** ausgeführt werden könnten, sofern die Arbeit überhaupt von der Sohle aus in Angriff genommen werden kann. Derartige Arbeiten finden sich hauptsächlich dort, wo die Bodenmenge gering ist und wo sich deshalb die Aufstellung eines Eimerkettentiefbaggers nicht lohnt, oder dort, wo der Bauplatz ungeeignet ist, sei es, dass es an Ausdehnung für die Entwicklung der Gleise fehlt, sei es, dass die Steigungsverhältnisse der Fördergleise bei Anwendung eines Eimerkettentiefbaggers zu ungünstig werden, oder dass das Gelände zu uneben ist und infolgedessen bei Verwendung des letzteren grosse Einebnungsarbeiten erforderlich sein würden. Schliesslich wird der Löffelbagger mit Erfolg dort angewendet, wo sich für Eimerbagger der Boden bezw. das Gut nicht eignet, was besonders bei zerklüftetem Gestein und ähnlichen harten Bodenarten sowie bei Erzhaufenlagern, Schlackenhalden u. s. w. der Fall ist.

Ausser den bisher besprochenen Universallöffelbaggern werden in Deutschland auch die vielfach in England und Amerika (vgl. Abb. 330 und 331) gebräuchlichen Speziallöffelbagger gebaut, die entweder mit breitspurigen Wagen geliefert oder zur Einstellung in Eisenbahnzügen auf normale Eisenbahnwagenuntergestelle montiert werden und dann zur Erhöhung der Stabilität aufklappbare Seitenstützen erhalten. Diese meist etwas billigeren Bagger vermögen sich aber nur um etwa 200° zu drehen; ein Ausschütten des Baggergutes aus dem Löffel kann also nur nach der Seite, nicht nach hinten erfolgen, und daher beschränkt sich ihr Verwendungsgebiet hauptsächlich auf grosse Arbeiten bei Seitenentnahme.

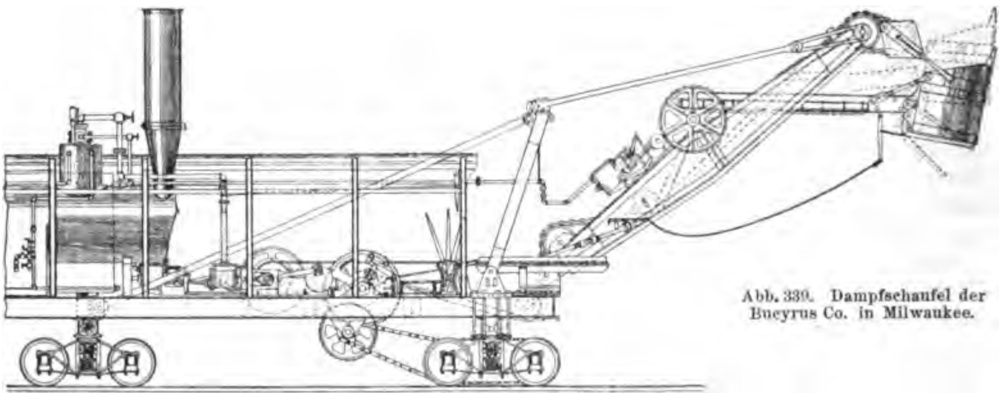


Abb. 339. Dampfschaufel der Bucyrus Co. in Milwaukee.

Eine der leistungsfähigsten amerikanischen Dampfschaufeln, die seit vielen Jahren von der **Bucyrus Co.** in Milwaukee gebaut wird, ist in den Abb. 339 bis 341 veranschaulicht. Die Schaufeln werden in Deutschland[1]) vorläufig in zwei Grössen (Zahlentafel 34) ausgeführt:

Zahlentafel 34.

	I	II
Gewicht der gesamten Maschine, vollständig, ohne Wasser und Kohle . . . . rund	45,7 t	66,1 t
Inhalt der Schaufel (Leistung pro Hub) . . . „	1,337 cbm	1,911 cbm
Grösste Höhe von Schienenoberkante bis Auslegerspitze . . . . rund	7,200 m	8,350 m
Freie Hubhöhe über Schiene	4,267 „	4,572 „
Leistung: Schnittweite, wenn der Becher 2440 mm hoch steht	15,240 „	15,850 „
Gesamtlänge des Wagens	8,930 „	11,429 „
Gesamtbreite „ „	2,540 „	3,048 „

[1]) Von der Firma A. **Bleichert** & Co. in Leipzig-Gohlis.

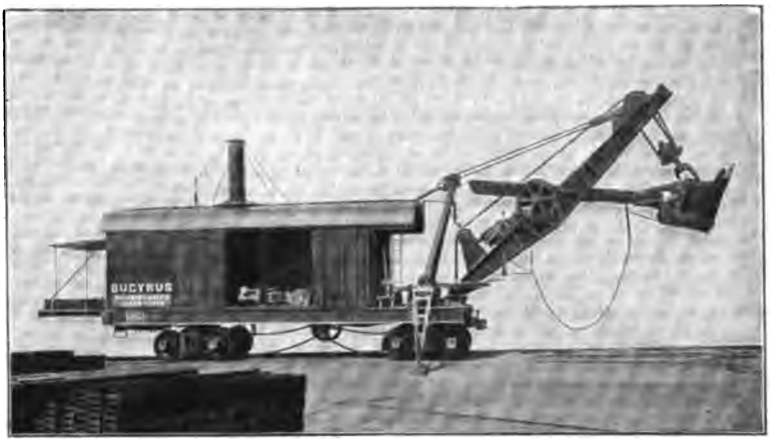


Abb. 340. 45 t-Löffelbagger (Bucyrus Co. in Milwaukee — A. Bleichert & Co. in Leipzig).

Die 45 t-Schaufel (vgl. Abb. 340) eignet sich bei mittleren Leistungen hauptsächlich für hartes, schwer zu brechendes Material, zum Abgraben alter Halden, für Steinbrüche, Sandgruben, Braunkohlentagebau und Baugruben. Die 66 t-Schaufel (Abb. 341) ist die Standard-Maschine für Eisenbahnbauten und Kanalbauten, Bergbauunternehmungen u. dergl.

Die Gesamtleistungen auch dieser Schaufeln sind weniger von ihrer eignen Arbeit abhängig, richten sich vielmehr nach den zugehörigen Hilfseinrichtungen, der Gestellung der Abfuhrzüge, Zufuhr von Wasser und Kohle u. s. w. Bei (je nach den Bodenverhältnissen) zwei- bis dreiminutlichen Schaufelhüben in sehr grobem Material darf die mittlere Tagesleistung einer 66 t-Schaufel mit 1100—1600 cbm angenommen werden; in leichtem Boden unter günstigen Abfuhrverhältnissen sind jedoch in normalem Betriebe auch Leistungen von 3000—3850 cbm in 10stündiger Tagesarbeit erzielt worden. — Vgl. a. Gurtförderer (Abb. 474).

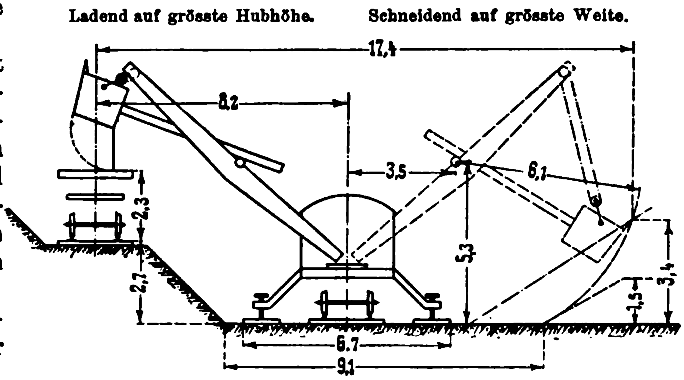


Abb. 341. Schematische Darstellung einer 66 t-Bucyrus-Schaufel.

Abb. 341 gibt die schematische Darstellung einer 66 t-Bucyrus-Schaufel,[1]) die rechts von der

[1]) Auch hier sei (in ähnlicher Weise, wie es weiter unten für die Eimerketten-Trockenbagger [s. Zahlentafel 66] geschehen ist) eine kurze Rentabilitätsberechnung angefügt:

Betriebskostenberechnung für eine 66 t-Schaufel.

a) Verzinsung und Abschreibung, 20 % der Kaufsumme von 45 000 ℳ		9 000 ℳ
b) Kosten der Betriebsmaterialien für 200 Arbeitstage zu 10 Stunden:		
Kohlen: 2 t für den Tag zu je 20 ℳ	8000 ℳ	
Wasser: 10 ℳ für den Tag	2000 ℳ	
Schmiermaterial u. s. w.	1000 ℳ	11 000 ℳ
c) Betriebslöhne für den Tag zu 10 Stunden:		
4 Arbeiter	16,00 ℳ	
1 Maschinist	6,50 ℳ	
1 Heizer	5,50 ℳ	
1 Klappenwärter	4,00 ℳ	
Gesamttagelohn	32,00 ℳ	
Zuschlag für allgemeine Unkosten	8,00 ℳ	
Tageslohnunkosten	40,00 ℳ	
das ergibt für 200 Arbeitstage		8 000 ℳ
Jährliche Gesamtunkosten		28 000 ℳ
oder für den Tag		140 ℳ

Demnach kostet das Graben und Verladen von 1 cbm gewachsenem Boden bei Tagesleistungen von 1000—3000 cbm: 14—4,7 ₰ [10].

Mittellinie auf grösste Schnittweite arbeitet, während sie links unter Verwendung ihrer grössten Hubhöhe 9 cbm fassende Eisenbahnkippwagen der Western Wheeled Scraper Company in Aurora (Ill.) belädt. Firmen, die sich (ausser den genannten) mit dem Bau von Dampfschaufeln beschäftigen, sind die Marion Steam Shovel Co. in Ohio, deren grösste Schaufel 95 t Konstruktionsgewicht und 3,8 cbm Baggerlöffelinhalt hat und bei etwa 300 PS_i grösster Hubmaschinenleistung und 5 m Hubhöhe des Baggerlöffels für eine grösste Schnittweite von etwa 20 m bei Einschnittbetrieb bestimmt ist; ferner die Vulcan Iron Works Co. in Toledo (Ohio), deren grösste Schaufel mit rund 4,8 cbm Löffelinhalt einen normalen zweiachsigen Güterwagen mit zwei Baggerlöffelentleerungen füllen kann, die Atlantic Equipment Co. in New York, die Thew Automatic Shovel Co. in Ohio, die Toledo Foundry and Machine Co. in Toledo (Ohio), die Allis-Chalmers Co. in Milwaukee u. a. m. [10]; vgl. a Fussnote [1]), S. 231, und Abb. 474, S. 192.

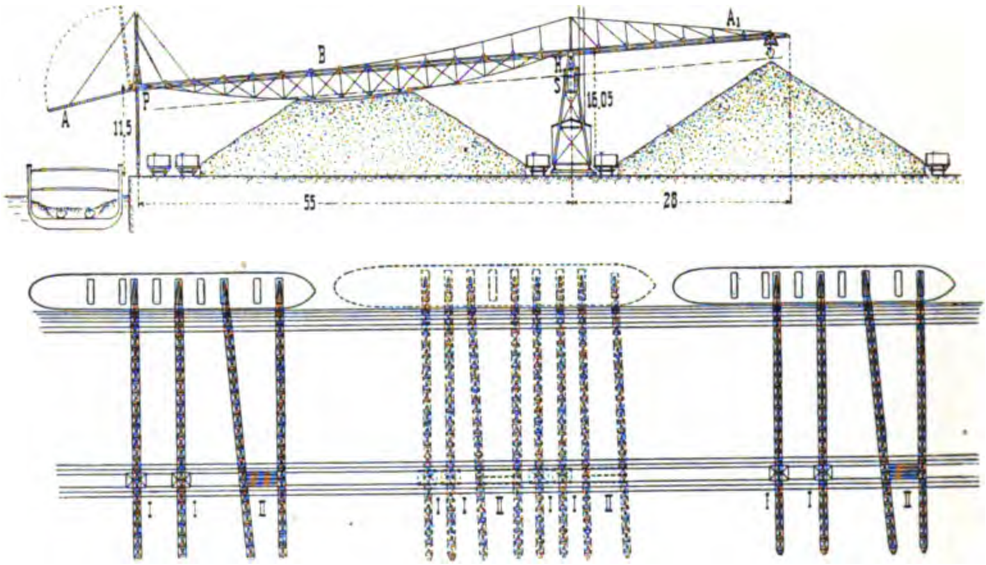


Abb. 342 u. 343. Hochbahnkrane der Brown Hoisting and Conveying Machine Co. in Cleveland (Ohio). Masse in m
AA₁ Ausleger. *B* Brückenträger. *S* Fahrbare Hauptstütze. *P* Pendelstütze. *H* Führerhaus.

II. Hochbahnkrane dienen ausser zu den unter I genannten Verwendungszwecken vornehmlich zur Beschüttung von Haufenlagern (s. d.) — Vorräte von Kohlen, Erzen u. dergl. auf Bahnhöfen, Gasanstalten (s. d.), Hüttenwerken (s. d. und Abb. 342 und 343 bezw. 344) [11], für Kanalbauten (Abb. 345 und 346) [12], in Häfen in Verbindung mit (meist mehreren) kürzeren Uferhochbahnkranen zur Umladung der Verkehrsmittel (Abb. 347) [13]) — und zur Betätigung grosser Plätze (Schienen-, Träger-, s. unten, Abb. 365 und [14], Tonnen- und Holzlager, s. unten, Abb. 363 und 364 und [15]), auf Schiffswerften (Hellingkrane) (Abb. 373 und [16]), für Brückenbauanstalten, Fabrikhöfe [17] u. s. w. Förderlängen 30—180 m (Abb. 347); zuweilen mehrere Hochbahnkrane hintereinander (Abb. 347, 365 und [18]), nebeneinander (Abb. 342—344 und [19]), oder übereinander (Abb. 348) und [20]. Betrieb a) durch Seile (ältere Arten) [21], neuere Arten [22], Seilkatzen [23]; b) durch elektrisch angetriebene Katzen mit eignem langen Arm (Abb. 349) [24] oder mit nur kurzem Arm (hochklappbarer Brückenausleger dann erforderlich wegen der Schiffsmaste) s. unten (Abb. 357—360) [25]; c) durch Elektrohängebahnen (s. Hängebahnen); d) durch ganze Wagenzüge mit elektrischen Lokomotiven (Abb. 375, s. unten; vgl. a. S. 63) [26]; e) durch Gurtförderer (s. d. und Abb. 353—356, s. unten) [27]; f) durch Stahltransportbänder (Abb. 362) [28] u. s. w. — Katzenfahrgeschwindigkeiten 1—5 m/sk; Leistungen 40—400 t/st. Oft in Verbindung mit Drehkranen (Abb. 350—353, 362, 376 und [2]) und Luftseilbahnen (Abb. 348 und [29]). Vgl. Haufenlager, Lokomotivbekohlungsanlagen [30] und Schwerkraftbahnen [31].

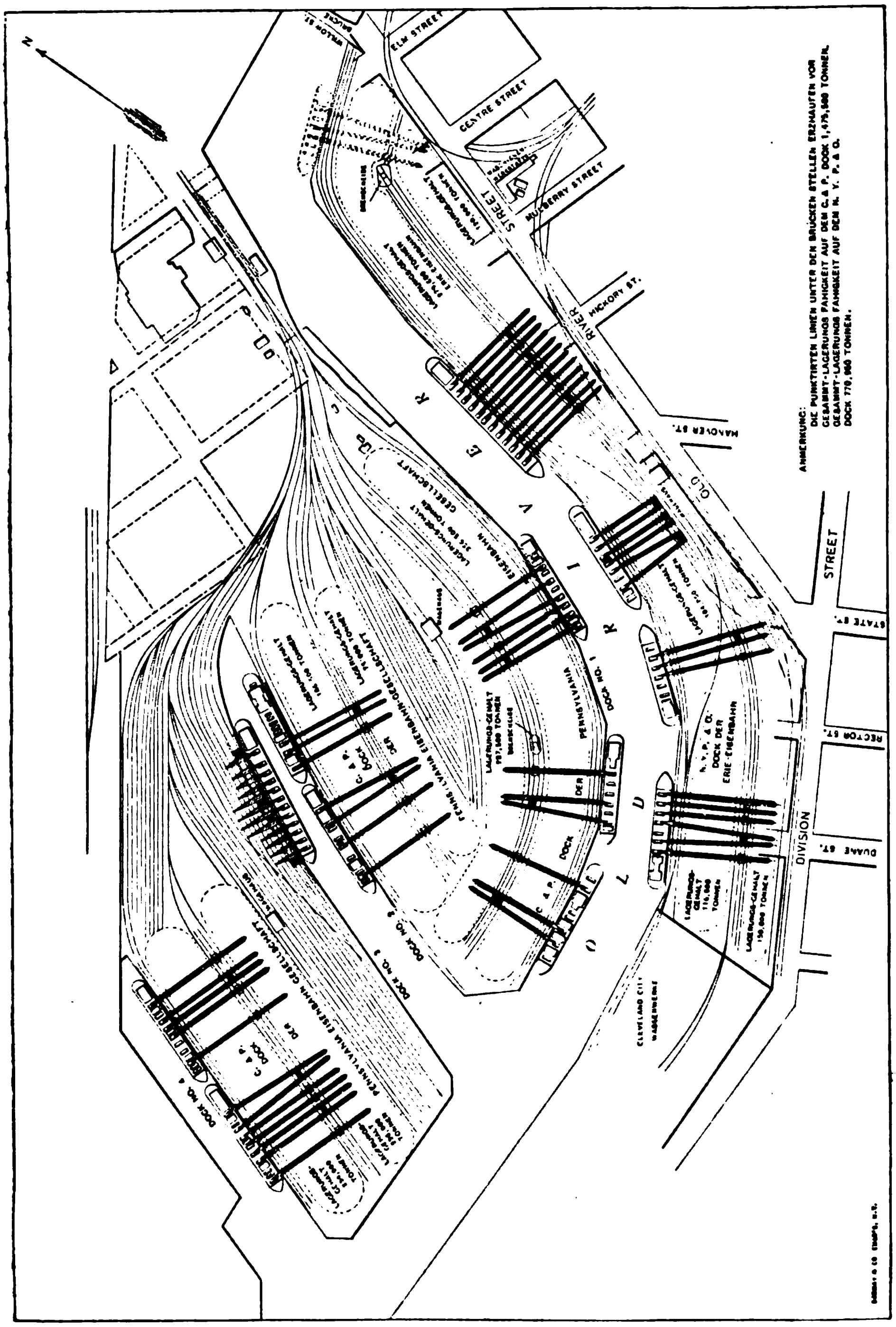


Abb. 344. Plan der Erzdocks in Cleveland, Ohio. Anordnung der „Brownhoists".

Durchaus gesund sind die Bestrebungen, die dahin gehen, die Arbeiten der Drehkrane mit denen auf Hochbahnkranen zu vereinigen. So entstanden aus den Portal- und Bockkranen die Brückenkrane mit unten an ihnen [32] oder auf ihnen fahrenden Drehkranen.

Einen Lagerplatzkran solcher Anordnung, der von Mohr & Federhaff in Mannheim für Matth. Stinnes in Kehl a. Rh. gebaut ist und der bei 85,5 m Brückenlänge, 54,5 m Spurweite und 25 m Gesamtausladung 700 t in 10 Stunden leistet, zeigen Abb. 350—352; vgl. a. Zahlentafel 35.

Zahlentafel 35[1]). Brückenkrane von Mohr & Federhaff in Mannheim (hierzu Abb. 351 und 352).

Tragkraft des Krans in kg	Ausladung A des Krans in m	Spannweite S in m	Länge L in m	Greiferweg W in m	Hubgeschwindigkeit in m/sk	Fahrgeschwindigkeit des Krans in m/sk	Drehgeschwindigkeit des Krans in m/sk	Fahrgeschwindigkeit der Brücke in m/sk	Gewicht des Krans in kg	Gewicht der Brücke vollständig mit Kran und allem Zubehör in kg
2700	10,0	40	70	84,5	0,60	2,25	2,0	0,27	26 500	112 500
4000	12,5	20	33	51,5	0,60	1,75	2,0	0,30	32 000	84 700
4000	12,5	30	50	68,5	0,60	2,00	2,0	0,30	32 000	104 000
4000	12,5	40	66	84,5	0,60	2,25	2,0	0,27	32 000	124 000
4000	12,5	50	83	101,5	0,63	2,50	2,5	0,25	32 000	146 500
4000	12,5	60	100	118,5	0,65	2,75	2,5	0,22	32 500	172 100
4000	12,5	70	117	135,5	0,67	3,00	2,5	0,20	33 500	209 000
4000	12,5	80	133	151,5	0,70	3,25	2,5	0,18	34 500	237 000
4000	12,5	90	150	168,5	0,70	3,5	2,5	0,15	34 500	274 000
5000	12,5	50	83	101,5	0,60	2,5	2,0	0,25	35 600	162 600

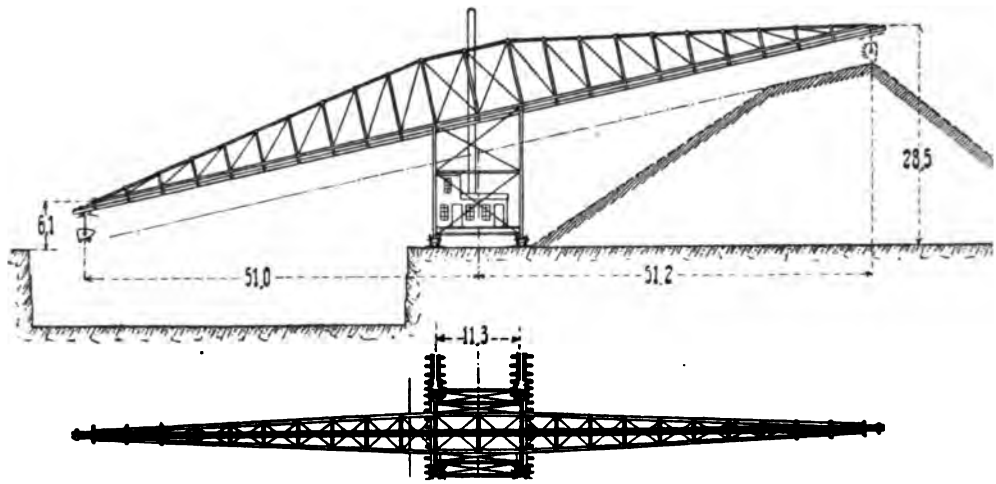


Abb. 345 u. 346. Hochbahnkran der Brown Hoisting Machine Co. in Cleveland. (Chicago-Kanal.) Masse in m.

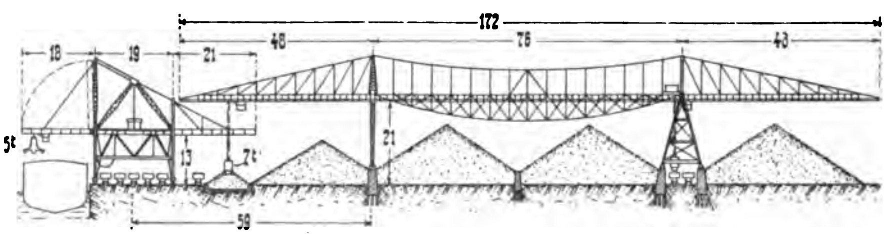


Abb. 347. Hochbahnkrane der Brown Hoisting Machine Co. in Cleveland. Masse in m.

Eines der neuesten und bemerkenswertesten Beispiele finden wir in Emden. Die zwei dort von Mohr & Federhaff in Mannheim gebauten, über 300 m verfahrbaren Fördergurtkrane (Abb. 353—356) lassen deutlich erkennen, dass man ausserdem bemüht ist, die bewährten neuen Transportelemente in dem

[1]) Die Wahl der Spannweite und Brückenlänge ist so getroffen, dass die Brückenkante möglichst günstig ausfällt. Je nach den örtlichen Verhältnissen werden natürlich entsprechende Verschiebungen eintreten können. Da für Selbstgreiferbetrieb in den grösseren Häfen 4 t Tragkraft grösstenteils vorkommen (grössere oder kleinere Tragkräfte sind zurzeit selten), so wurde die Zahlentafel 35 für diese Tragkraft durchgeführt von 20—90 m Spannweite und zum Vergleich nur je eine Ausführung von 2,7 und 5 t hinzugefügt. Auch die Ausladung von 12,5 m hat sich als vorteilhaft erwiesen, da bei geringerer Ausladung die bestrichene Fläche und auch das Gesichtsfeld für den Kranführer zu knapp wird.

jeweiligen Zwecke angepassten Formen im Hebe- und Transportmaschinenbau an der richtigen Stelle innerhalb der bereits bekannten und erprobten Kranbauarten einzufügen. Jede der rund 160 m langen Brücken mit 90 m Spannweite hat ein

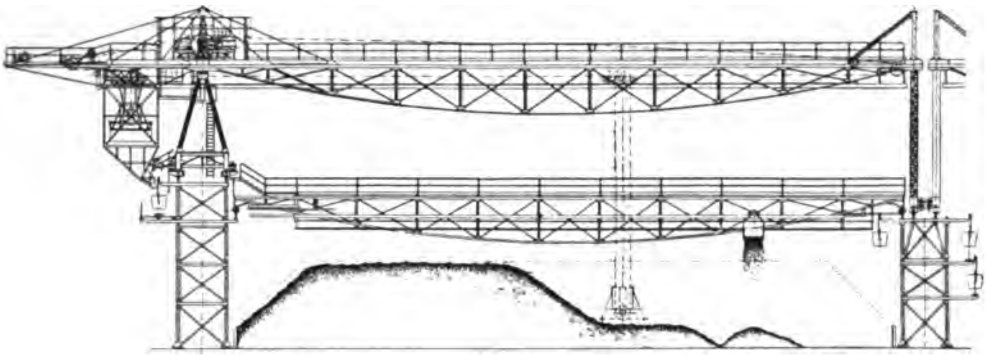


Abb. 348. Hochbahnkran für 50 m Spannweite von A. Bleichert & Co. in Leipzig (Gasanstalt Tegel bei Berlin).

Transportband zur Beschickung des Lagers und zwei Beschickungsvorrichtungen für die Elektrohängebahn, die rings um den Platz läuft; d. h. für die Bewegung und Verteilung der Massengüter auf das Lager ist der Gurtförderer (s. d.) im Zusammenhang mit dem Abwurfwagen, der Hochbahn u. s. w. verwendet; für die Entnahme vom Lager bezw. für das Umlagern dienen die für Greiferbetrieb gebauten elektrischen

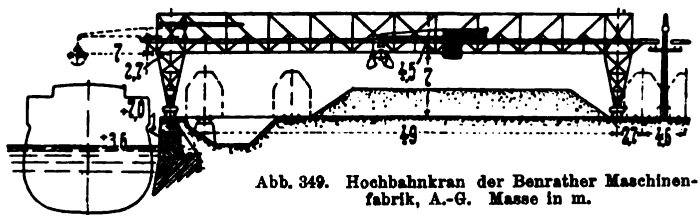


Abb. 349. Hochbahnkran der Benrather Maschinenfabrik, A.-G. Masse in m.

Drehkrane (4 t Tragkraft, 12,5 m Ausladung, 0,63 m/min Hub-, 2,2 m/min Dreh- und 3 m/min Fahrgeschwindigkeit) und die Elektrohängebahnen. Die Leistung jedes Kranes beträgt rund 60 t/st.

Zwei weitere elektrisch betriebene fahrbare Verladebrücken, die ohne Drehkrane arbeiten, sind von der Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, A.-G., Werk Nürnberg,



Abb. 350. Lagerplatzkran von Mohr & Foderhaff in Mannheim.

in Emden aufgestellt (Abb. 357—360 [Last 4,5 t, sekundliche Arbeitsgeschwindigkeiten für das Lastheben 1,2 m, Lastsenken 1,8 m, Katzenfahren 3—3,6 m, Brückenfahren 0,3—0,4 m, Leistung je 60—90 t/st]).

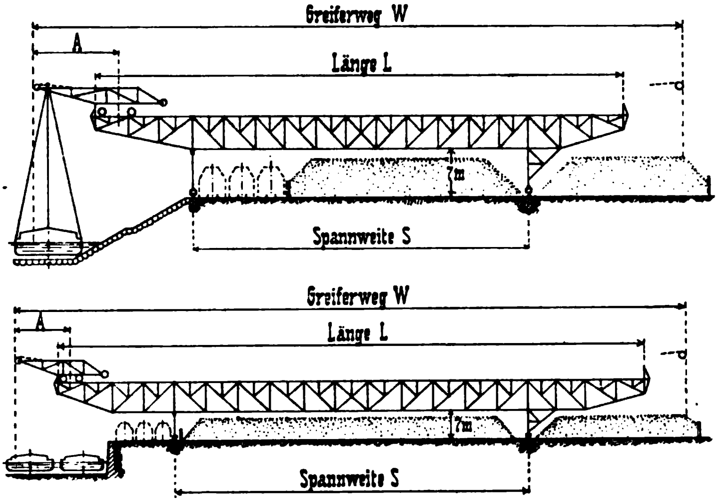


Abb. 351 u. 352. Verladebrücken mit oben laufendem Drehkran von Mohr & Federhaff in Mannheim.

Zum Ausladen von Ziegelsteinen, Sand und Kies aus Spreekähnen dient der in Abb. 361 veranschaulichte, von der Benrather Maschinenfabrik, A.-G., an das Tiefbauamt von Charlottenburg gelieferte 2,5 t-Bockkran. Das in Gitterbauart ausgeführte, kräftig versteifte Bockgerüst besitzt eine Spannweite von

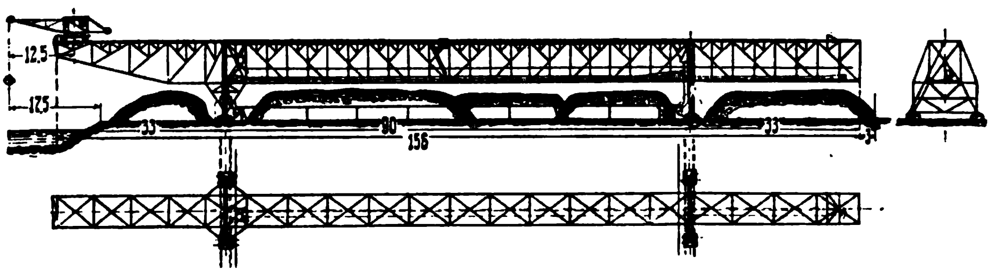


Abb. 353—356. Gurtförderkrane mit Drehkrangreiferbetrieb (Emden) von Mohr & Federhaff in Mannheim. Masse in m.

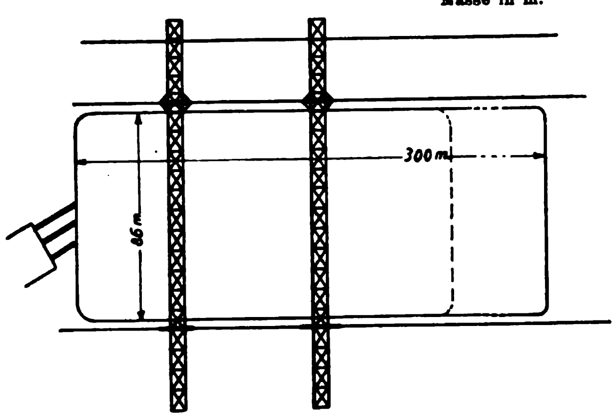


Abb. 356.

9,25 m und eine beiderseitige Ausladung von je 6 m; es ruht auf acht Stahlgusslaufrädern, von denen je zwei in einem genieteten Unterwagen vereinigt sind. Jeder dieser Wagen ist pendelnd unter dem betreffenden Bockbein befestigt, so dass eine ganz gleichmässige Belastung der beiden Laufräder gewährleistet ist. Mit Rücksicht auf die Uferbefestigung durfte der Raddruck 5 t nicht überschreiten. Die in dem Horizontalträger laufende Katze ist so eingerichtet, dass die im Vordergrund der Abbildung sichtbaren Plateaus (vgl. Abb. 377), die jedesmal 250 Ziegelsteine fassen, angehängt werden können; ausserdem ist sie mit der Benrather Universal-Entleerungsvorrichtung ausgerüstet,

so dass beim Ausladen von Kies oder Sand mit einem 0,5 cbm fassenden Selbstgreifer gearbeitet zu werden vermag. Die Leistung des Kranes bei achtstündiger Arbeitszeit beträgt etwa 50 000 Ziegelsteine bezw. rund 200 cbm Kies oder Sand. — Ein Kran ähnlicher Art zum Ausladen von Ziegelsteinen wurde an die Firma Cäsar Wollheim in Breslau für die Ziegelverwertungs-Genossenschaft in Berlin geliefert und ist am Urbanhafen in Berlin aufgestellt (Höchstlast 5 t).

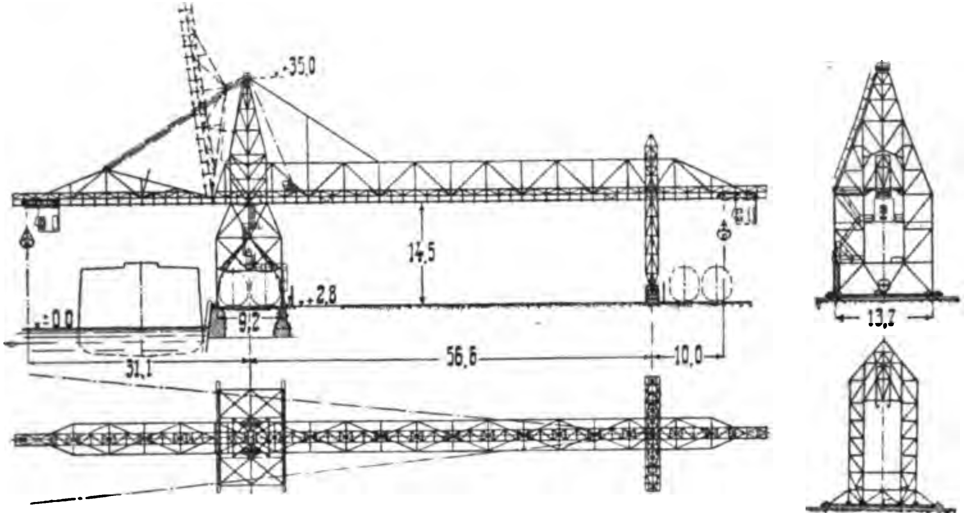


Abb. 357—360. Verladebrücken in Emden der Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, A.-G., in Nürnberg. Masse in m.

Eine durch ihre grosse Leistungsfähigkeit und Eigenart bemerkenswerte Verladebrücke (Abb. 362) hat die **Benrather Maschinenfabrik** A.-G. für die Stadt Rotterdam gebaut. Die Anlage dient dazu, Basaltschotter aus Rheinkähnen auszuladen, auf einem Lagerplatz aufzustapeln und von dort wieder in Seeschiffe zu verladen. Beim Ausladen arbeitet der mit einem 2 cbm-Greifer ausgerüstete Drehkran in gewöhnlicher Weise, indem er mit dem gefüllten Greifer zurückfährt, ihn auf den Platz entleert und dann wieder nach vorn zurückkehrt. Um nun das Fahren des Kranes wenigstens beim Verladen vom Platz in das Schiff zu vermeiden, ist folgende Anordnung getroffen: Der Kran entleert, ohne seinen Platz zu verändern, die Greiferladung in einen gleichfalls

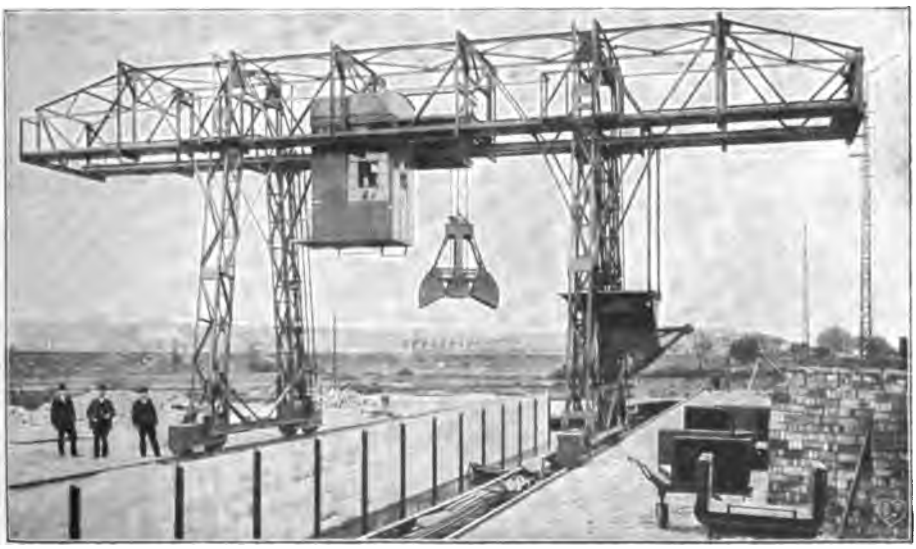


Abb. 361. Dreimotoren-Bockkran der Benrather Maschinenfabrik, A.-G. (Tiefbauamt Charlottenburg).



Abb. 362. Fahrbare Basaltverladeanlage in Rotterdam (gebaut von der Benrather Maschinenfabrik, A.-G.).

auf der Brücke laufenden Trichterwagen, der mit einer selbsttätigen Wage versehen ist. Die Steine werden gewogen und auf einen in der Brücke laufenden eisernen Trogförderer entleert, welcher seinen Inhalt am vorderen Brückenende mittels einer nach allen Richtungen verstellbaren, ausziehbaren Schurre an das zu beladende Schiff abgibt. Die Geschwindigkeit des auf diese Weise, entsprechend dem Kran stündlich 125—150 t leistenden, von einem 12 pferdigen Motor getriebenen Trogförderers ist so bemessen (26 m/min), dass bis zum nächsten Greiferhub der Trichter wieder völlig leer ist. Als Hauptdaten für den Drehkran seien genannt: Tragkraft 7,5 t, Ausladung 8,35 m, Rollenhöhe 9,75 m, Spurweite 3,6 m, Radstand 4 m, Heben 52 PS., Geschwindigkeit =



Abb. 363.
Abb. 363 u. 364. Benrather Verladekrane für Bauholz in Berlin (entworfen von K. Bernhard in Charlottenburg.

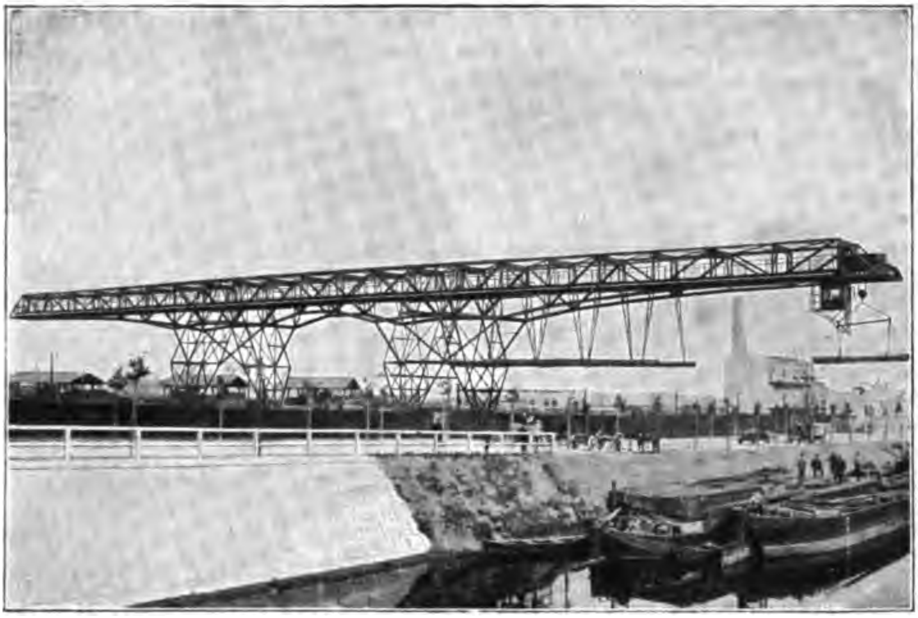


Abb. 364.

25 m/min, Drehen 8 PS., 60 m/min (am Haken gemessen), Kranfahren 16 PS., 35 m/min. Zum Verfahren der Brücke ist in jeder Stütze ein Motor von 16 PS. eingebaut; beide Motore werden mittels eines einzigen Hebels gesteuert und erteilen der Brücke eine Geschwindigkeit von 40 m/min.

Die von derselben Firma an Hrn. David Francke Söhne in Berlin gelieferte Brücke (Abb. 363 und 364) dient dazu, das in Spreekähnen ankommende, bis zu 15 m lange Bauholz auf den Lagerplatz zu schaffen. Da es Bedingung war, dass der Verkehr auf der den Lagerplatz vom Ufer trennenden Strasse nicht behindert werden durfte, entschied man sich für die Aufstellung einer Verladebrücke, deren Gleise innerhalb des Lagerplatzes liegen. Die Spannweite der Brücke beträgt 24 m, ihre vordere Ausladung 31 m und die hintere 32 m.



Abb. 365. Bleichertsche Trägerkrane für Gebr. Stumm.

Das Hub- und Katzenfahrwerk ist auf der Laufkatze montiert, an der unten das wasserdicht verschalte Führerhaus angehängt ist. Von hier aus werden sämtliche Bewegungen des Kranes gesteuert. Um bei der grossen Fahrgeschwindigkeit der Katze ein Drehen der angehängten Balken und damit ein Beschädigen der Portale zu verhindern, ist unter dem Führerhaus eine gabelartige Konstruktion angebracht, in welche die Balken hineingezogen werden.

Eine aus starken Holzbohlen hergestellte Schutzbrücke über der Strasse beseitigt für die Passanten jede Gefahr, die etwa durch Herabstürzen schlecht befestigter Balken entstehen könnte.

Nach ähnlichen Grundsätzen ist die von A. Bleichert & Co. für Gebr. Stumm in Neunkirchen ausgeführte Krananlage zum Verladen von Walzeisen u. s. w. (Abb. 365) durchgebildet. Der im Vordergrunde sichtbare Laufkran mit den zwei portalartig ausgebildeten („Dackel-") Füssen und zwei Auslegern überspannt ausser den Kommissionslagern der Firma drei Staatsbahngleise, ferner das Gleis einer Verteilungsbahn, einer Schlackenbahn und einen Teil des rechts von diesen Gleisen befindlichen Lagerplatzes. Der zweite Laufkran beherrscht das Trägerlager mit dem zur Adjustage führenden Gleis, das Gleis einer Schlackenbahn und den zwischen diesem Gleis und der Fahrschiene des





Abb 366 u. 367. Laufkatzen mit Sicherheitshaken für Brückenkrane.

ersten Krans befindlichen Lagerplatz. Die Laufkatzen für Verladekrane werden als höchst wichtige, unbedingte Zuverlässigkeit erfordernde Bestandteile derselben vielfach nach Abb. 366 und 367 ausgeführt. Für die Lauf- und Seilrollen verwenden A. Bleichert & Co. ausschliesslich besten Stahlguss; ihre Achsen aus geschmiedetem Stahl laufen in selbstölenden, reichlich bemessenen und staubsicheren Bronzelagern. Die Bauart des Katzenlaufwerkes sichert gleichmässige Belastung der Fahrbahn durch die vier Laufrollen auch bei den nicht zu vermeidenden seitlichen Schwingungen der Förderkübel. Die stählernen Seitenbleche der Katze sind in ihrem unteren Teile zum Zwecke des sicheren Einführens der losen Rolle oder Flasche entsprechend geformt, und die Laufkatze ist mit Sperrhebeln aus Gussstahl ausgerüstet, in die sich die hochgezogene Flasche mit ihrem Mittelzapfen einhängt, Abb. 366. Hierdurch wird das Hubseil beim Fahren der Katze auf der Kranbahn vollständig entlastet und im Betriebe geschont. Um die Flasche mit dem an ihr hängenden Fördergefäss wieder aus der Katze zu lösen und an beliebiger Stelle unter dem Kran abzusetzen, hat der Kranwärter nur das Hubseil etwas anzuziehen und darauf durch die Fussbremse der Seiltrommel nachzulassen. Zum selbsttätigen Ausleeren des Förderkübels über einem Schütt-



Abb. 368. Flasche mit Sicherheitshaken.



Abb. 369. Reibungskupplung für Seiltrommeln von A. Bleichert & Co. in Leipzig.



Abb. 370. Indikator.



Abb. 371. Schienenklammer.

trichter bezw. Füllrumpf unter der Fahrbahn der Katze kann diese mit einem hierzu geeigneten Mechanismus versehen werden.

Die Maulöffnung des Sicherheitshakens, Abb. 368, an der losen Rolle wird durch einen federnden Bügel stets geschlossen gehalten, Abb. 367, so dass ein willkürliches Ausheben des Fördergefässes während des Betriebes unmöglich ist.

Die Seiltrommeln der Winden laufen in Bronzebüchsen lose auf der Welle und können durch absolut sicher wirkende Bandreibungskupplungen, Abb. 369, ein- und ausgeschaltet werden. [1])

Der in Abb. 370 abgebildete Indikator mit zwei Zeigern wird bei Verladevorrichtungen, welche ein grösseres Arbeitsfeld beherrschen, im Führerhause so aufgestellt, dass der Kranwärter die jeweilige Stellung von Katze und Kübel genau und bequem ablesen kann. Die Schienenklammer, Abb. 371, von der bei fahrbaren Verladevorrichtungen mehrere angeordnet sind, dient dazu, den Kran gegen willkürliches Fortbewegen durch den Winddruck zu sichern.

Bezüglich etlicher sehr bemerkenswerter derartiger von Krupp (Grusonwerk), J. Pohlig, A.-G., in Cöln, L. Stuckenholz in Wetter a. d. Ruhr, Dinglinger in Cöthen, Bechem & Keetman in Duisburg, G. Luther, A.-G., in Braunschweig u. a. gebauten Anlagen s. T. H., III, S. 255 („Stahl und Eisen" 1906, S. 716 ff.).

Ein ganz eigenartiges Aussehen (Abb. 372) haben die neuen, von J. Pohlig, A.-G., in Cöln auf dem Kruppschen Hüttenwerk Rheinhausen (Erweiterung der ersten Anlage von Brown in Cleveland) aufgestellten Hochbahnkrane, deren Zweck im Verladen von Erz aus Schiffen mittels Kübeln oder Greifern und im Ablegen auf das Haufenlager oder in Vorratsbehälter besteht, bezw. in der Aufnahme des Erzes vom Lagerplatz oder im Transport bis in die Vorratsbehälter. Als Hauptdaten dieser höchst bemerkenswerten Anlage seien genannt: Bruttolast 6 t, Geschwindigkeiten für das Heben 1,3—1,5 m/sk, für das Katzenfahren 4—5 m/sk; Leistung bei grösster Fahrtlänge (rund 110 m) 35 Hübe in der Stunde; zwei Motoren für die (feststehende) Zweitrommelwinde von je 70 PS.; vgl. Buhle, T. H., III, S. 259 („Stahl und Eisen" 1906, S. 719 u. S. 266); ferner daselbst 1907, S. 1445 ff.: „Die Friedrich-Alfred-Hütte zu Rheinhausen" (insbesondere Tafel XIX u. XXI); ferner Kammerer, „Die Fördertechnik" 1907, S. 155 ff. (Eisenkonstruktion u. s. w. der Lauf- und Brückenkrane überhaupt).

Für die neuen Hellingbauten der Stettiner Maschinenbau-A.-G. „Vulcan" hat die Unternehmung A. Bleichert & Co. acht Laufkrane von verschiedenen

[1]) Vgl. Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1900, S. 729 (T. H., I, S. 85).

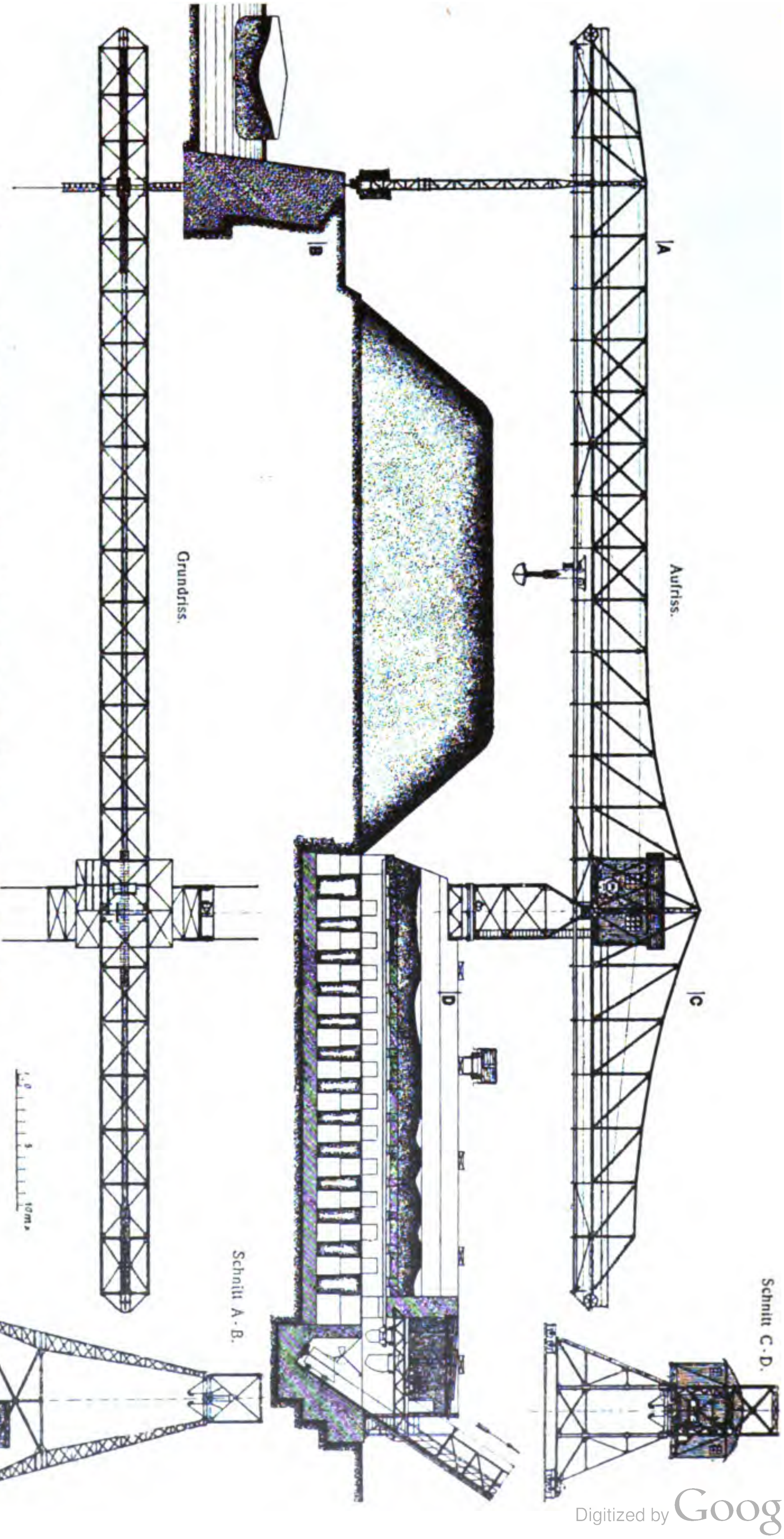


Abb. 372a—372d. Hochbahnkran von J. Pohlig, A.-G., in Cöln auf dem Kruppschen Hüttenwerk Rheinhausen.



Abb. 372. Fahrbare Huntsche Verladebrücken für Erzverladung (mit Kübel oder mit Greifer arbeitend), ausgeführt für die Firma Friedr. Krupp, A.-G., in Rheinhausen von J. Pohlig, A.-G., in Cöln.

Spannweiten geliefert (Abb. 373).[1]) Ein Schnitt durch zwei der Hellinge zeigt vier dieser nach dem Dreimotorenmuster für Drehstrom von 500 Volt Spannung ausgeführten Krane. Die Hubhöhe für die Last beträgt 36 m, die Tragkraft 4000 kg, und die Arbeitsgeschwindigkeiten sind angenommen für das Heben zu 10 m, für das Fahren der Katze zu 20 m und für das Kranfahren zu 80 m in der Minute. Die Hubwerke der Laufkatzen sind mit je einer elektromagnetischen

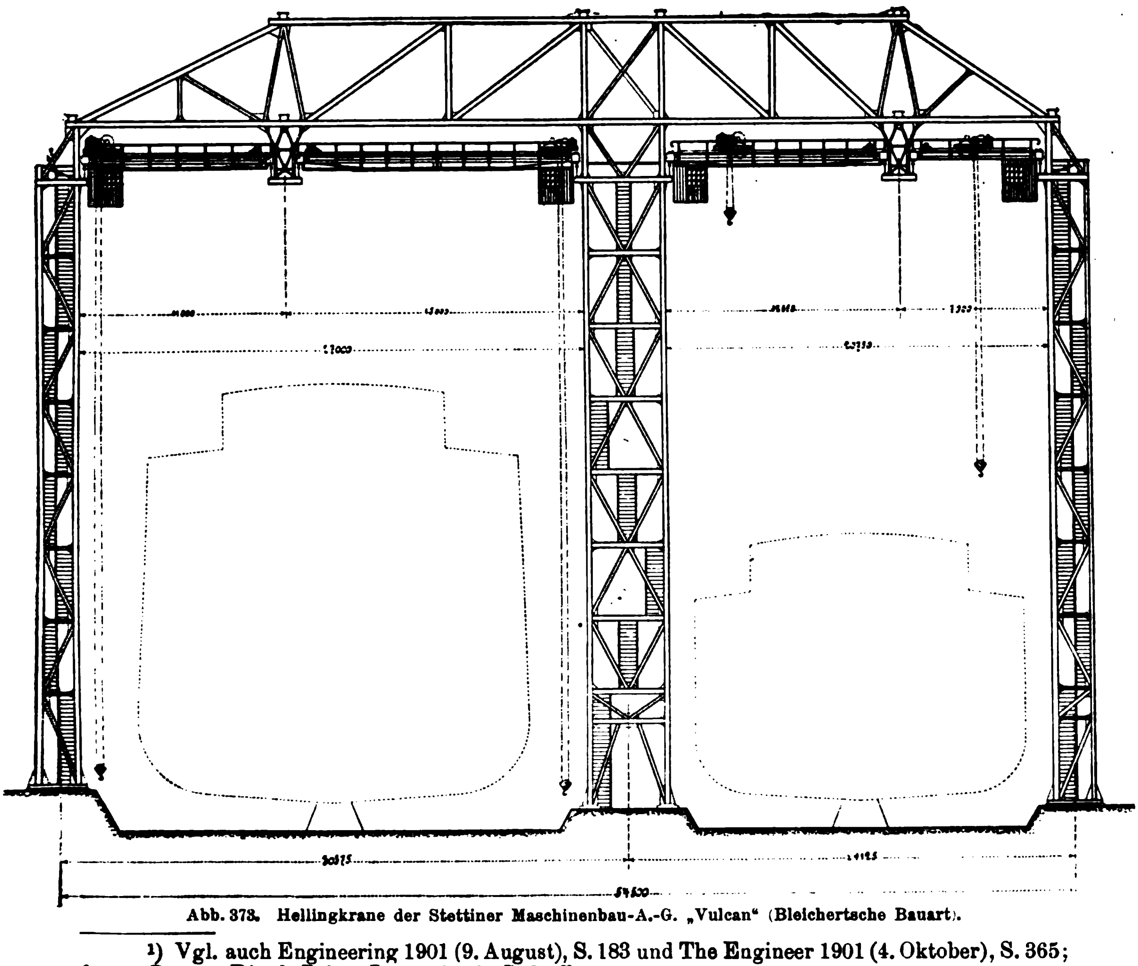


Abb. 373. Hellingkrane der Stettiner Maschinenbau-A.-G. „Vulcan" (Bleichertsche Bauart).

[1]) Vgl. auch Engineering 1901 (9. August), S. 183 und The Engineer 1901 (4. Oktober), S. 365; ferner Drews, Dingl. Polyt. Journ. 1908, S. 84 ff.



Abb. 374. Fahrbarer dreistütziger Hochbahnkran der Benrather Maschinenfabrik, A.-G.

und einer mechanischen Sicherheitsbremse ausgerüstet. Letztere ermöglicht, dass die Last ohne Zutun des Triebwerkes sowohl in jeder beliebigen Höhe sicher gehalten, wie auch mit einer der Umlaufzahl der Hubmaschine entsprechenden Geschwindigkeit herabgelassen werden kann. In den Lieferungsbedingungen für die Krane wurde festgesetzt, dass es bei ihrem Betriebe dem Führer unmöglich gemacht werde, die Last mit mehr als 10 m Geschwindigkeit in der Minute zu senken, einer Bedingung, welcher die mechanische Bremse mit unbedingter Sicherheit entspricht.

Da der „Vulcan" die Hellingkranbahnen nicht überdachen wollte, so mussten die Getriebe und Elektromotoren auf der Katze und die für das Kranfahren bestimmten mit wasserdichten Schutzkasten versehen werden. Die seitlich von den Kranträgern angeordneten Führerhäuser sind aus demselben Grunde mit Holz verkleidet und mit elektrischen Heizkörpern ausgerüstet. Der Betrieb der Krane geschieht in der Weise, dass die Bauteile zum Schiffbau am oberen Ende der Hellinge aufgezogen und nach der Einbaustelle gefahren werden, was bei langen und schweren Stücken durch zwei nebeneinander fahrende Krane einer Helling geschieht.

Die Benrather Maschinenfabrik hat auch fahrbare Brückenkrane mit drei Stützen und fünf Motoren ausgeführt, z. B. für Hugo Stinnes in Mülheim a. d. Ruhr, für die Strassburger Kohlenaufbereitungsanstalt, Hafen Rheinau (Baden [Abb. 374]). Bei 5 t Tragkraft belaufen sich die Spannweiten auf 68 und 40 5 m, die Längen der vorderen bezw. hinteren Ausladung auf 24



Abb. 375. Elektrische Hochbahnkran-Lokomotive der Benrather Maschinenfabrik, A.-G.

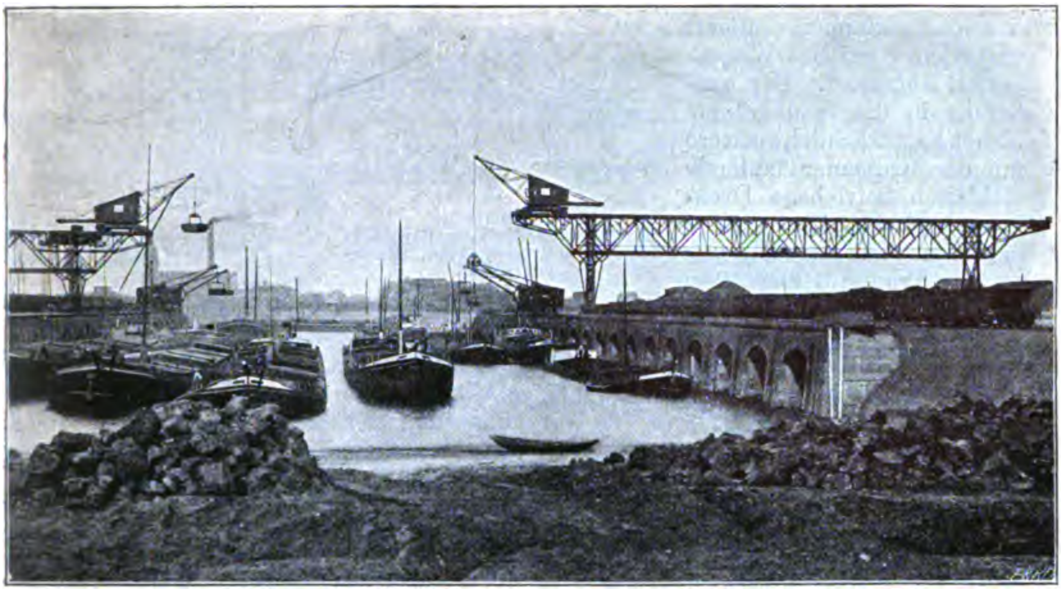


Abb. 376. Umschlagseinrichtung für Kohle und Erz in Walsum (von J. Jäger in Duisburg).

bezw. 7,5 m; das sind zusammen 140 m. Es ist leicht begreiflich, dass man bei solchen Längen mit bestem Erfolg statt mit Zugseilen mit elektrisch betriebenen Wagenzügen auf diesen fahrbaren Hochbahnen operiert. Abb. 375 veranschaulicht diese bemerkenswerte Einzelheit in der 7pferdigen elektrischen Lokomotive, für die eine Spur von 600 mm gewählt ist.

Von den vielen von der Firma J. Jäger in Duisburg gelieferten Ausführungen ist eine der interessantesten im Jahre 1906 im Hafen von Walsum entstanden (Abb. 376); die dortigen zum Umschlag von Kohle und Erz dienenden Transportanlagen sind bemerkenswert durch ihr für die Verladung von Kohlen an andrer Stelle bis dahin meines Wissens noch nicht in Anwendung gekommenes System (vgl. Ziegelträger, Abb. 361). Die in der Waggonfabrik A.-G. Uerdingen gebauten Kohlentransportwagen (Abb. 377 [vgl. a. S. 100]) bestehen hier nämlich nicht aus einem mit dem Laufgestell fest verbundenen Wagenkasten, sondern aus einem Untergestell, das je vier abnehmbare Klappkasten von je 8 t Fassungsvermögen und je 2 t Eigengewicht trägt. Diese Kasten werden auf den Zechen der Gutehoffnungshütte gefüllt und, im Hafen angelangt, durch besondere Hebezeuge abgehoben, in die Schiffsräume gesenkt, mechanisch

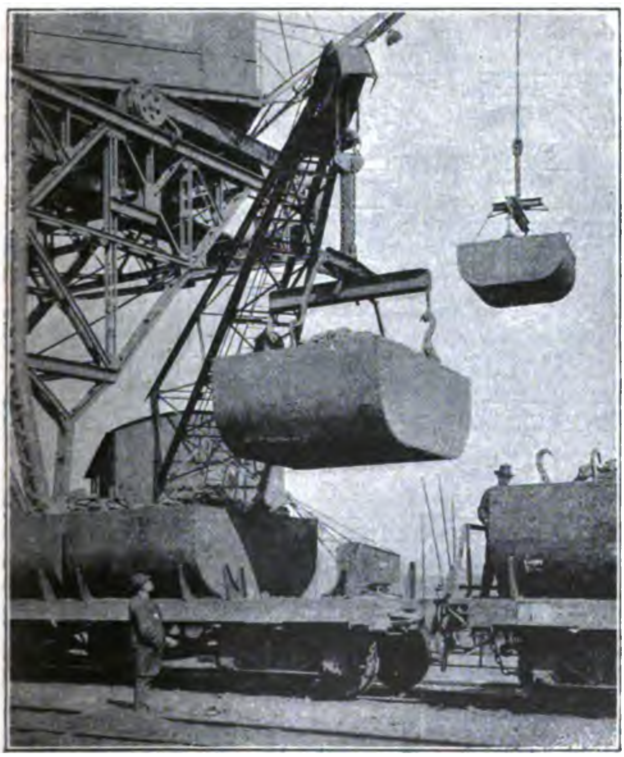


Abb. 377. Kohlentransportwagen der Waggonfabrik A.-G. Uerdingen.

durch Aufklappen entleert und wieder auf das Wagengestell abgesetzt. Zur Verladung in die Schiffsräume dienen hauptsächlich mehrere auf der Kaimauer laufende elektrisch betriebene Drehkrane (Abb. 247, S. 100 [500 Volt Drehstrom]) von je 10 t Tragkraft bei 12 m

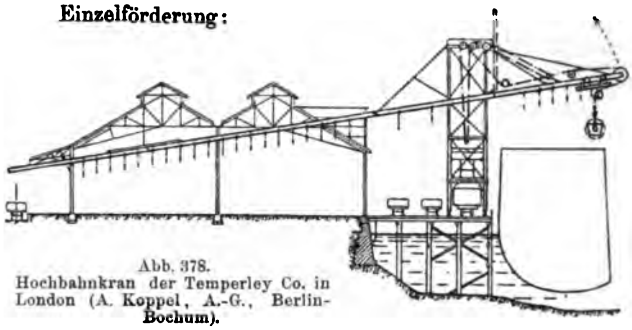


Abb. 378. Hochbahnkran der Temperley Co. in London (A. Koppel, A.-G., Berlin-Bochum).

Ausladung und 4 m Spurweite (Hubgeschwindigkeit 0,3 m/sk, Fahrgeschwindigkeit 1 m/sk, Drehgeschwindigkeit 1,5 m/sk, Hubmotor 60 PS., Fahrmotor 30 PS., Drehmotor 10 PS., Stundenleistung 160—240 t). Sie sind mit Universalentleerung ausgerüstet, um die Kasten in beliebiger Höhe entladen zu können. Für die Lagerung der Kohle ist eine Verladebrücke aufgestellt, die bei 90 m Spannweite und 112,5 m Gesamtlänge einen auf den Obergurten laufenden, fahrbaren Drehkran von 10 t Tragkraft bei 11 m Ausladung und 5 m Spurweite trägt. Die Verladebrücke wird ebenfalls vollständig elektrisch betrieben. Für den auf der Brücke fahrenden Kran sind dieselben Motoren wie bei den Kaikranen angewendet, womit sich bei ersterem ausser den oben angegebenen Leistungen noch eine Fahrgeschwindigkeit von 1,5 m/sk erzielen lässt. Das Fahrwerk ist mit einer elektromagnetischen Bremse ausgerüstet, um den Kran schnell anhalten zu können. Die Brücke selbst wird mit 0,4 m/sk durch einen 68 PS.-Motor bewegt, der auf Brückenmitte aufgestellt ist und mittels einer durchgehenden Transmission beide Brückenstützen antreibt. Die Leistungsfähigkeit dieser Brücke beim Fördern vom Waggon auf Lager (also

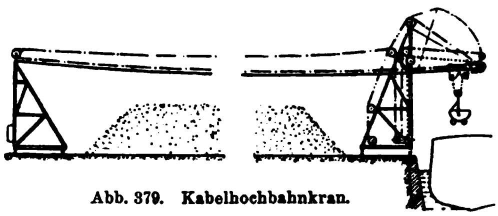


Abb. 379. Kabelhochbahnkran.

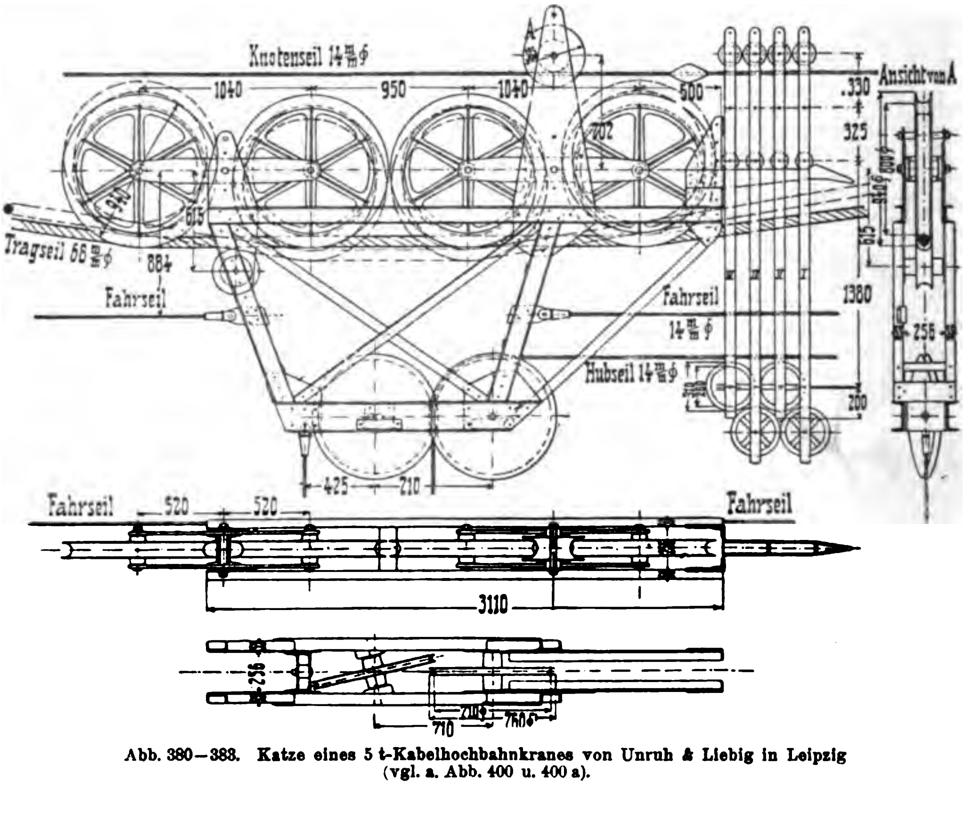


Abb. 380—383. Katze eines 5 t-Kabelhochbahnkranes von Unruh & Liebig in Leipzig (vgl. a. Abb. 400 u. 400 a).

bei Kastenbetrieb) beträgt 100—160 t/st, beim Fördern vom Lager in die Schiffsräume mit Selbstgreifer 60—100 t/st. Beim Laden vom Waggon in die Schiffsräume mit Kasten ist mit der Brücke eine Leistung von 120—200 t/st erreicht worden. Die Kosten eines der drei Kaidrehkrane belaufen sich auf 40 000 ℳ, die dazugehörige Bahn von 240 m Länge einschliesslich der erforderlichen Schleifleitungen (ohne Fundament) kostet 25 000 ℳ. Der Preis dieser Verlade-

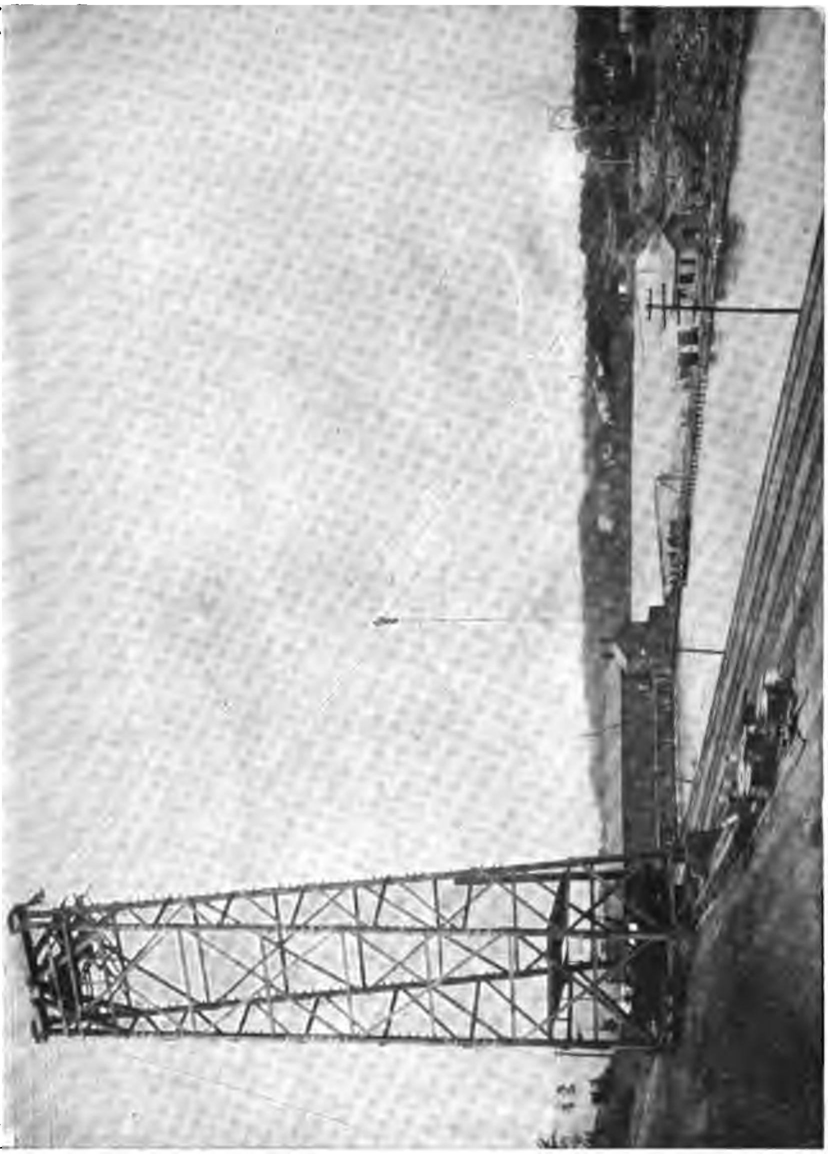


Abb. 384. Blondin bei den Dammbauten im Connecticutflusse bei Holyoke, Mass. (500 m Spannweite, 6000 kg Tragkraft.)

brücke einschliesslich einer 240 m langen Bahn mit Schleifleitungen (ohne Fundament) stellt sich auf 175 000 ℳ.

Die im Hafen zu bewegenden, im Schiff ankommenden Erze werden mit Hilfe von Drehkranen und einer 63,5 m langen Verladebrücke ähnlicher Ausführung (160 000 ℳ) in Talbot-Wagen bezw. auf Lager gefördert. Soweit leichtere Erze in Frage kommen, arbeitet die Verladebrücke mit einem $2^1/_2$ cbm-Jaeger-Selbstgreifer (s. Greifer); schwere Erze können oft nicht „gegriffen“ werden, und man bedient sich in diesem Falle der gewöhnlichen Klappkasten (ohne Traverse).

Eine besondere Gruppe von Hochbahnkranen bilden die Temperley-Krane [33] (Abb. 378); der fahrbare Auslegerturm kann vor jede Schuppenfahrbahn gestellt werden [34]. Zum Verfahren, Heben, Senken und Feststellen dient nur ein Seil. Hauptteile: Baum, Katze, Winde; vgl. Schiffsbekohlung. Baum (Fahrbahn) 1 : 6 bis 1 : 4 geneigt, meist 20—25 m lang, kann bis 35 m frei auskragend angeordnet werden. Ist der Baum nicht geneigt zu legen, so wird der Rücklauf der Katze durch ein Gegengewicht bewirkt. Mindestleistung bei Fahrbahnlängen bis zu 55 m rund 50 t/st; für Hubgeschwindigkeit von 1,25 m/sk sowie für Katzenfahrgeschwindigkeit von 3 m/sk sind bei 50 t/st Leistung etwa 40pferdige Motoren nötig (durchschnittlicher Arbeitsverbrauch 8—9 PS.), Turm fest oder fahrbar, und zwar auf Schienen (Abb. 378) oder auf dem Wasser [35]. Ueber andre schwimmende Hochbahnkrane s. [36]; vgl. a. unten Schiffsbekohlung (Abb. 821—834).

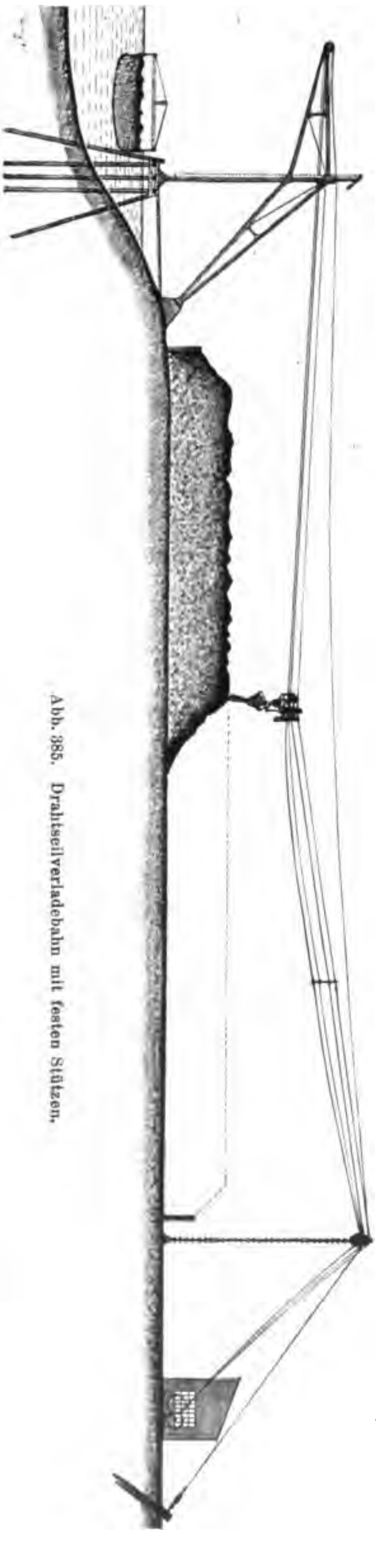


Abb. 385. Drahtseilverladebahn mit festen Stützen.

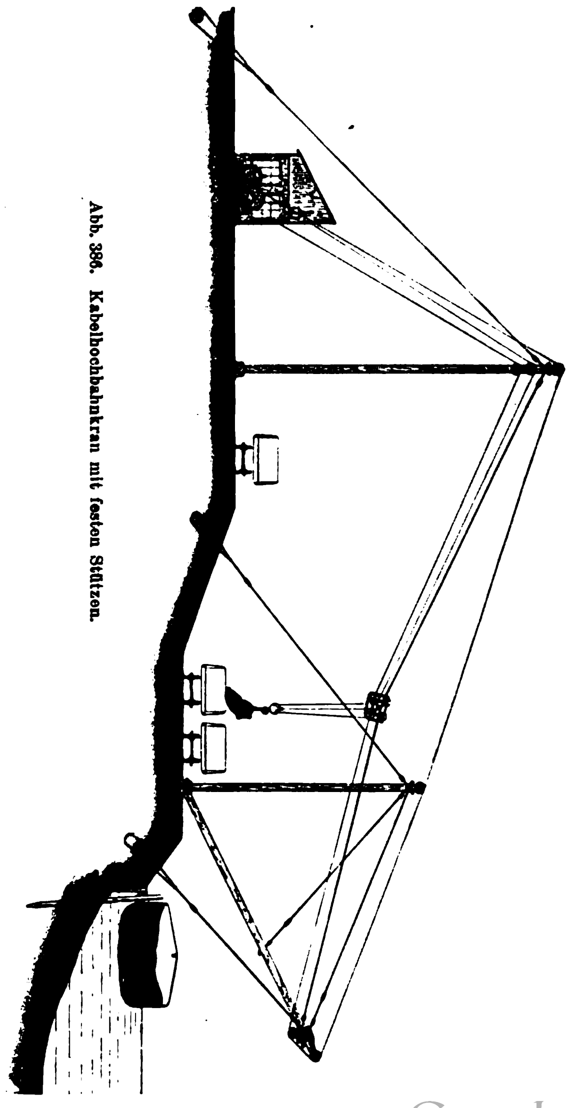


Abb. 386. Kabelhochbahnkran mit festen Stützen.

III. Bei mehr als etwa 150 m Spannweite werden meist **Kabelhochbahnkrane** (Abb. 379—402) [37] angewendet (zuerst gebaut von H e n d e r s o n in Aberdeen); erreicht sind bereits Spannweiten bis zu 500 m bei 6 t Nutzlast, Abb. 384 (vgl. a. K ü b e l). Man unterscheidet:

A. F e s t s t e h e n d e K a b e l h o c h b a h n k r a n e (beide Stützen fest). Ist a) die Seilbahn nahezu wagerecht, Abb. 385, so ist in der Regel für den Betrieb ein Hubseil und ein Fahrseil nötig [38]; ist b) die Seilbahn stark geneigt,

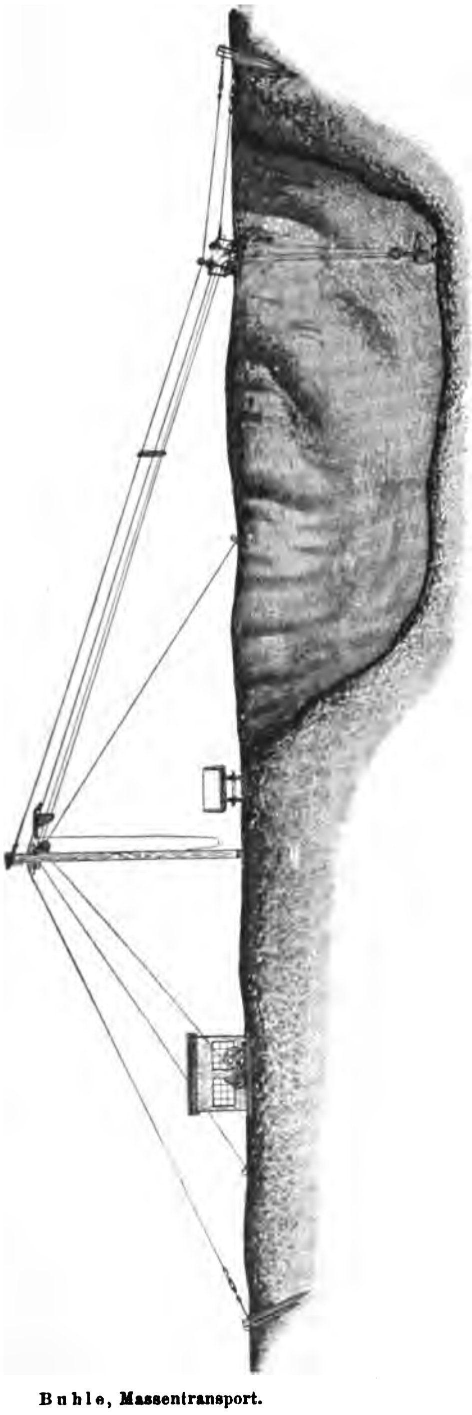


Abb. 387. Blondin mit festen Stützen und stark geneigter Katzenlaufbahn.

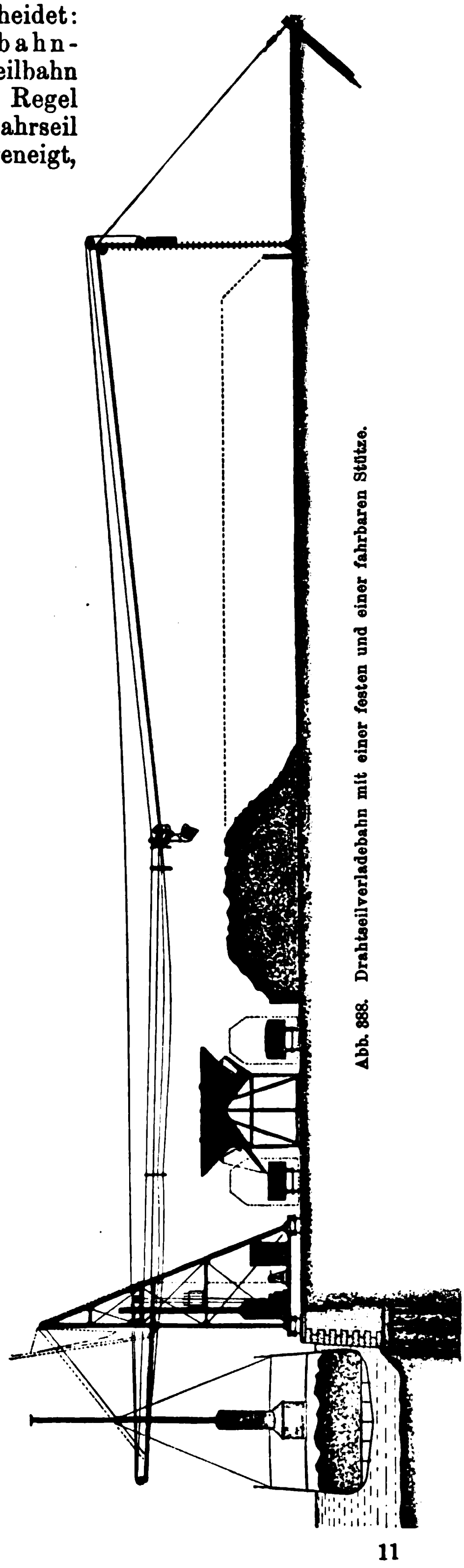


Abb. 388. Drahtseilverladebahn mit einer festen und einer fahrbaren Stütze.

Abb. 386 und 387, so genügt meist **ein** Seil zum Heben und Katzenfahren [39] (vgl. a. [40]). — Diese Krane werden namentlich angewendet bei Damm- und Kunstbauten aller Art zur Beförderung von Erdmassen und Baustoffen aus Gruben, Steinbrüchen u. s. w., beim Bau von Leuchttürmen [40], Hochbehältern u. dergl.

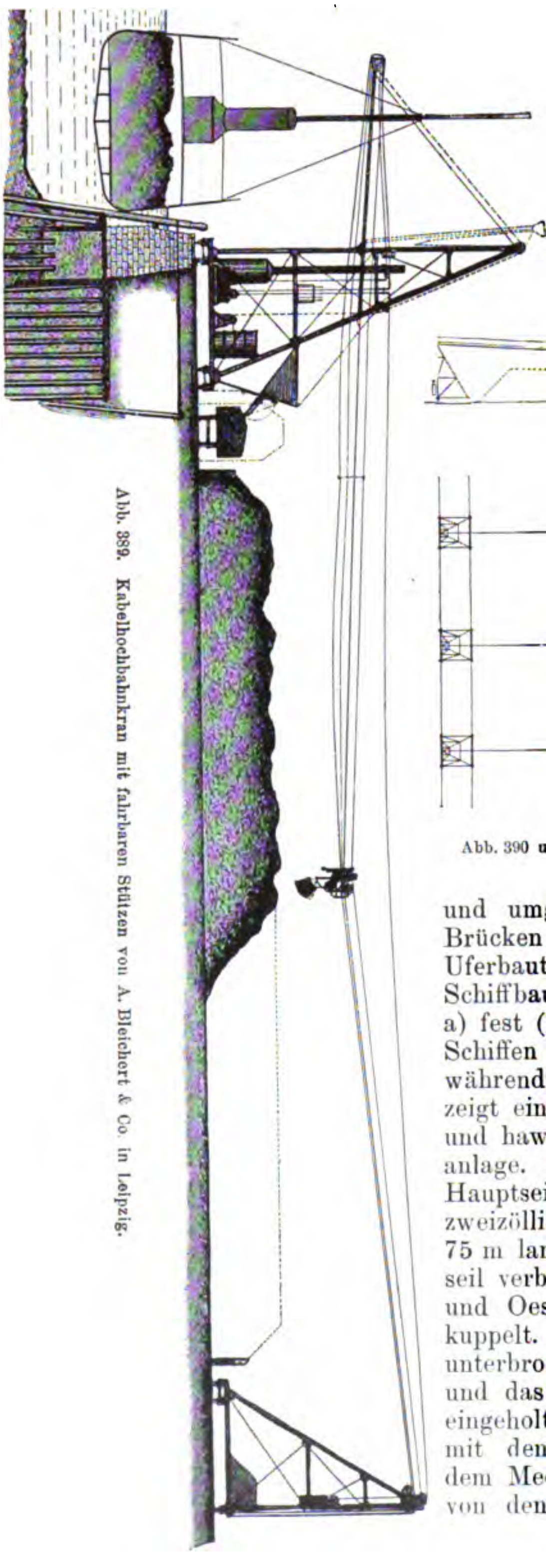


Abb. 389. Kabelhochbahnkran mit fahrbaren Stützen von A. Bleichert & Co. in Leipzig.

B. **Fahrbare Kabelhochbahnkrane: 1. Landseilbahnen.** Sowohl wenn a) **eine** Stütze fest ist, Abb. 388 [41], als auch b) wenn beide Stützen fahrbar sind, Abb. 389 [42], ist meist die Katzenlaufbahn nahezu wagerecht. Hauptanwendungsgebiet: Verladung von Kohlen, Erzen, Steinen, Sand u. s. w. zwischen Verkehrsmitteln oder aus ihnen auf Lager (Abb. 390)

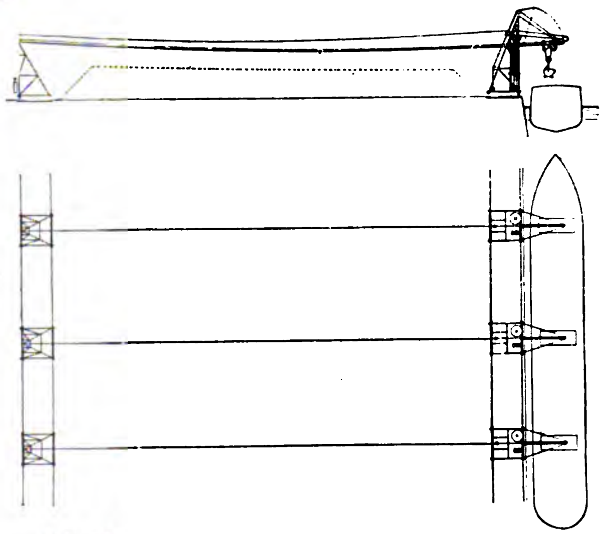


Abb. 390 u. 390a. Anordnung von mehreren Drahtseilverladebahnen beim Löschen und Laden.

und umgekehrt [43], Ab- und Neubau von Brücken [44], bei Kanälen, Flussregulierungen, Uferbauten u. dergl., Abb. 391—395 [42], beim Schiffbau [45] u. s. w. 2. **Meerseilbahnen:** a) fest (an Küsten zur Ent- und Beladung von Schiffen [46], b) fahrbar (zur Schiffsbekohlung während der Fahrt (Abb. 396) [47]. — Abb. 397 zeigt eine derartige (feste) an den kalifornischen und hawaiischen Küsten gebräuchliche Verladeanlage. Der Anker für das rund 2,3 t schwere Hauptseil ist an einer ungefähr 90 m langen zweizölligen Kette befestigt, die mit einem etwa 75 m langen, $1^1/_2$ zölligen galvanisierten Drahtseil verbunden ist. Letzteres wird durch Haken und Oese mit dem eigentlichen Tragseil gekuppelt. Wird die Schiffahrt für längere Zeit unterbrochen, so wird diese Kupplung gelöst, und das Tragseil wird von einer Ufertrommel eingeholt. Dann liegen die erstgenannte Kette mit dem sich anschliessenden Drahtseil auf dem Meeresgrund; je eine kleine Kette führt von den beiderseitigen Enden zu zwei Bojen

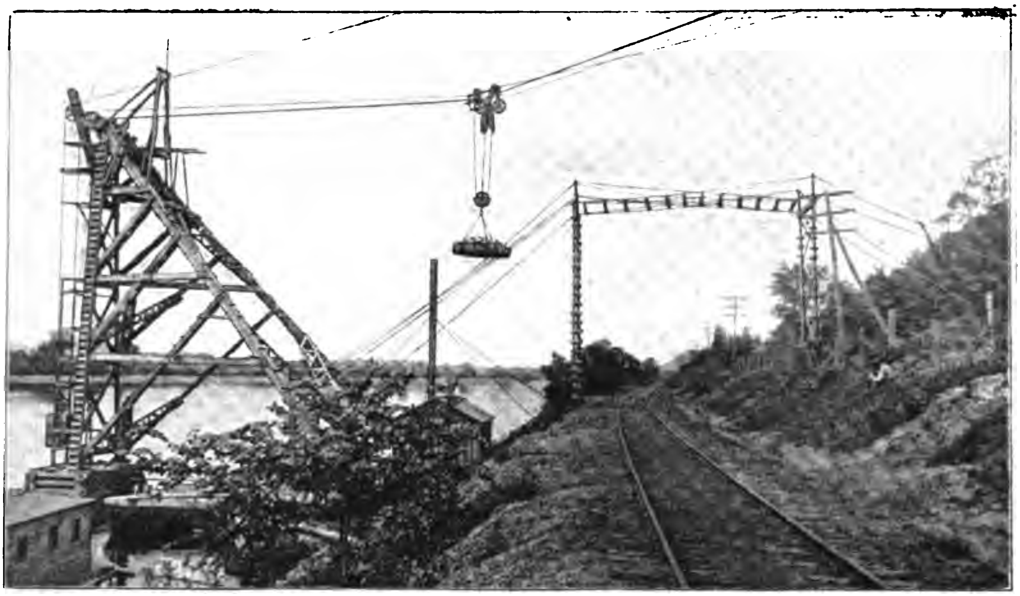


Abb. 391.



Abb. 392.
Abb. 391 u. 392. Drahtseilverladebahn bei der Mississippi-Regelung in Britts Landing, Wis.
(Spannweite 250 m, Tragkraft 5500 kg.)

welche die Lage der Verankerung kennzeichnen und das Aufnehmen des Kupplungsendes erleichtern. Die zweite Boje dient als Sicherung für den Fall, dass die andre Boje oder deren Befestigungskette beschädigt werden sollte. Der Anker liegt in ungefähr 27 m, das zu beladende Schiff in rund 22 m Wassertiefe. Während der Hauptverkehrszeit wird das Tragseil nicht eingeholt, vielmehr werden nach einer Beladung die zur Durchfahrt des Schiffes entkuppelten Seile wieder aneinander gehakt und dann über Bord geworfen. Umgekehrt nimmt ein zur Beladung eintreffendes Fahrzeug das Seil hoch, löst die Enden, führt sie nach der zur Ladung bestimmten Luke, führt die Oese und den Haken zusammen,



Abb. 393. Trenton-Kabelhochbahnkran in St. Paul für 350 m und 5 t.

hebt das Seil bis zu einer geeigneten Höhe und stellt so die betriebsfähige Verbindung mit dem Lande her. Die genügende Spannung wird dem Seil vom Lande aus gegeben, woselbst die Arbeitstrommel auf einer Bühne so aufgestellt ist, dass der die Winde bezw. Bremse betätigende Beamte eine gute Uebersicht über das Arbeitsfeld hat. Lasten bis zu 1 t werden hier befördert, und zwar dauert ein Spiel einschliesslich Be- und Entladen rund zwei Minuten; dabei beträgt die Entfernung zwischen Schiff und Winde etwa 170 m, der Höhenunterschied rund 14 m.

Mehr und mehr, wenn auch langsam, scheinen sich auch in Deutschland die Kabelhochbahnkrane einzuführen, besonders als Krane auf Steinbrüchen und Kohlenplätzen sowie als Montagekrane bei umfangreichen Bauingenieurarbeiten.

Bei dem Bau von steinernen Brücken und Ueberführungen (Viadukten) kommen bekanntlich zwei grundsätzlich verschiedene Arten des Aufbaues in Betracht: der seit den ältesten Zeiten geübte Bau von unten (Abb. 398 und 398a),



Abb. 394. Hintergerüst (zu Abb. 393).



Abb. 395. Hauptgerüst mit Maschinen (zu Abb. 393).

zum andern neuerdings der Bau von oben (Abb. 399 und 399 a). Unter „Bau“ sei in diesem Falle die Zuführung der Steine, Bauteile u. s. w. mit verstanden. Der Bau von unten erfordert mit wenigen Ausnahmen die Anlage von Gerüsten, die bei Viadukten eine sehr grosse Ausdehnung annehmen und erhebliche Kosten und Zeitverluste verursachen. Da Viadukte fast stets dazu dienen, gebahnte Wege (Eisenbahngleise, Landstrassen, Wasserleitungen u. s. w.) über Täler hinwegzuführen, so ist eigentlich immer mit der Wahrscheinlichkeit zu rechnen, dass in der Nähe der Viaduktbaustelle auf dem Gebirge eine Zufahrtsstrasse liegt, auf der Baustoffe herangebracht werden können. Es liegt nun der

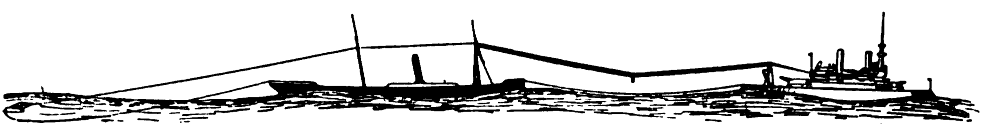


Abb. 396. Schiffbekohlung während der Fahrt.

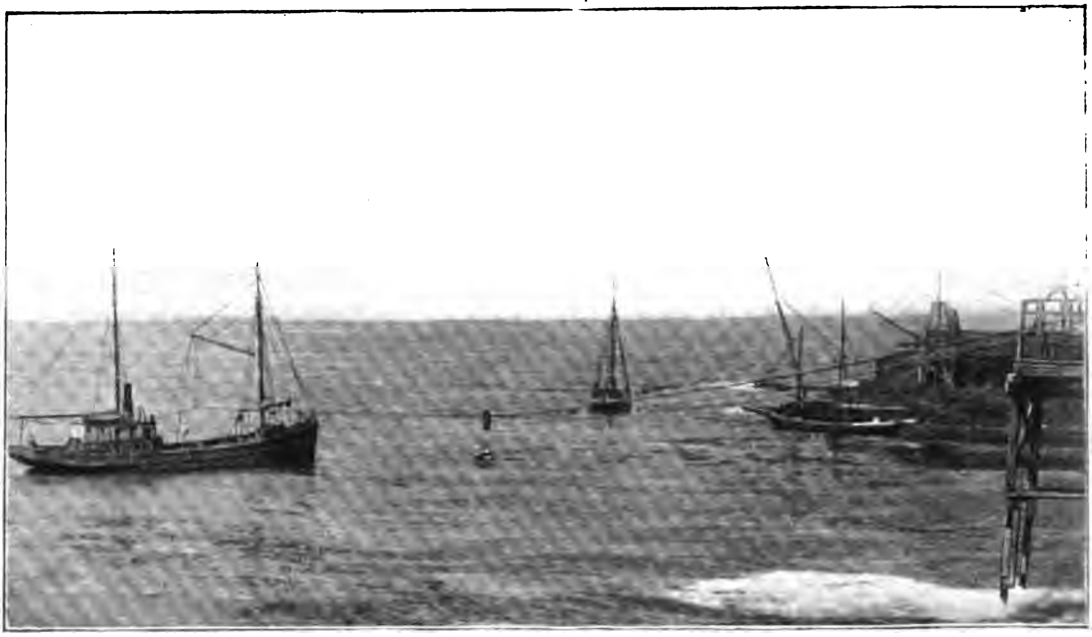


Abb. 397. Kabelhochbahnkran in Gualala Mills, Kalifornien, zum Beladen von Schiffen auf offener Reede, gebaut von der Trenton Iron Co. in Trenton, N. J.

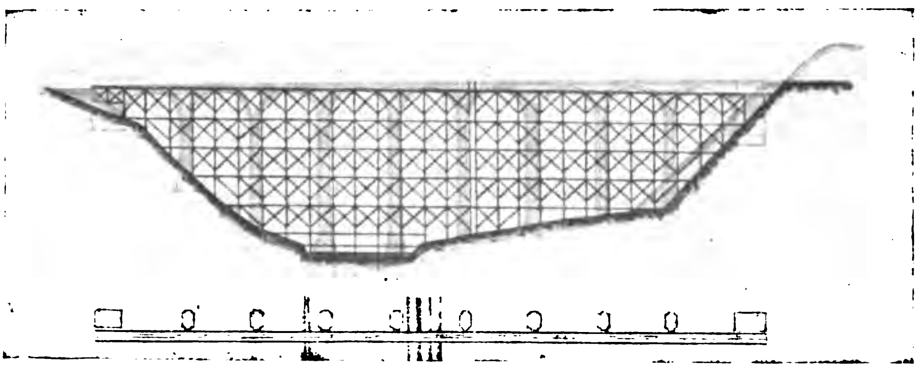


Abb. 398 u. 398 a. Viaduktbau von unten.

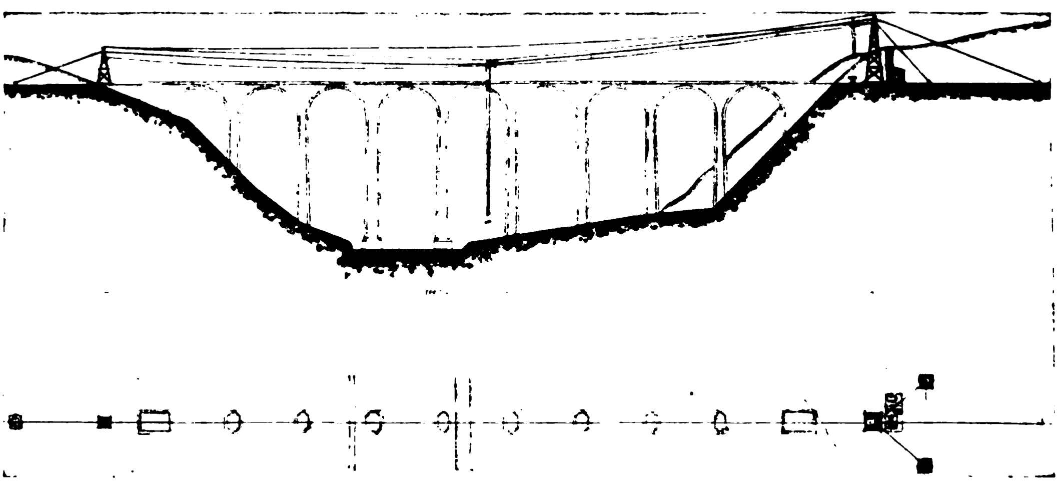


Abb. 399 u. 399 a. Viaduktbau mittels elektrischer Drahtseilverladebahn mit fahrbaren Stützen (A. Bleichert & Co. in Leipzig).



Abb. 400 u. 400 a. Kabelhochbahnkran von Unruh & Liebig in Leipzig (300 m Spannweite, 5000 kg Tragkraft, 50 m Förderhöhe). Steinbruch in Demitz bei Bautzen (vgl. Abb. 380—383).

Gedanke nahe, diese Strasse, die zu verbinden ja den Bauzweck bildet, zu verwenden, um die gesamten Baustoffe heranzuführen; nur ist es notwendig, sie von der Höhe herunter ins Tal zu schaffen. Man würde also in diesem Falle eine Zuführung von oben nach unten bekommen, und da geben z. B. die Drahtseilverladebahnen (Bleichert, Unruh & Liebig, Lauchhammer) ein sehr geeignetes Mittel. Quer über das Tal hinweg, möglichst über die ganze Länge des zu erbauenden Viaduktes, wird die aus einem oder zwei nebeneinander liegenden Stahldrahtseilen bestehende Kabelbahn verlegt; die Seile werden auf hohen hölzernen oder eisernen Türmen an den Kanten des Gebirges aufgehängt und dort verankert, und auf ihnen bewegt sich eine Laufkatze hin und her. — Das Verfahren der Laufkatze erfolgt durch ein weiteres, dünneres Stahldrahtseil, an dem die Laufkatze unverrückbar befestigt ist und dessen eines Ende über eine feste Rolle der Stütze geführt ist, die der Maschinenhausstütze gegenüber liegt. Es kommen die beiden Seilenden demnach wieder auf der entgegengesetzten Stütze zusammen und werden über diese wieder über ein festes Rollenpaar nach dem Maschinenhaus geführt, um hier in die Winde zu münden. Die beiden Enden dieses Seiles sind nun auf einer Windentrommel befestigt. Je nach der Drehrichtung, welche die umsteuerbare Winde erhält, fährt nun die Katze hin und her. Auf derselben Welle mit dieser Fahrwindentrommel sitzt lose, nur durch eine Friktionskupplung mit ihr verbunden, eine zweite Trommel, die ein ferneres einfaches Seil aufnimmt, das ebenfalls nach der Fahrkatze geführt ist. Auf dieser geht dieses zweite sogenannte Hubseil erst über eine feste Rolle, schlingt sich dann in einer Schleife um eine lose Rolle und geht mit seinem Ende nach der Katze zurück, an der es befestigt ist, so einen Flaschenzug bildend, der je nach der Grösse der zu hebenden Gewichte auch als mehrfacher Flaschenzug ausgeführt werden kann. An der losen Rolle ist der Lasthaken befestigt, der die



Abb. 400 a. Laufwagen zum Kabelhochbahnkran (vgl. Abb. 380—383).

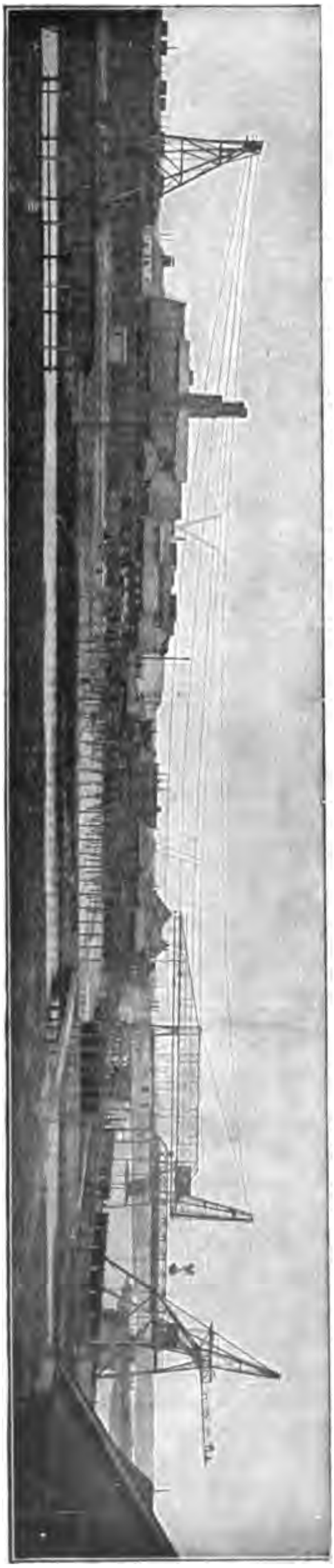


Abb. 401. Drahtseilverladebahn in Danzig (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

Materialien mittels geeigneter Einrichtungen fasst. Der Maschinist hat durch zwei Hebel die gesamte Versetzung der Fahrkatze nach Länge und Höhe vollständig in der Hand; er kann jede Stelle des Bauwerkes bestreichen. Somit können die Pfeiler ohne jedes Gerüst bis zu den Widerlagern der Gewölbe aufgeführt werden. Aber auch der Einbau der letzteren, der unter allen Umständen ein Lehrgerüst erfordert, lässt sich mittels Kabelbahnen unschwer durchführen.

Der Vorteil der Kabelbahn liegt jedoch weniger in der verhältnismässig geringen Höhe der Anlagekosten für die technischen Hilfsmittel zum Bau des Viaduktes — sie ermässigen sich für den vorstehend abgebildeten Fall von rund 80000 *M.* (Bau von unten) auf rund 36000 *M.*, d. h. etwa auf die Hälfte — als in der Ersparnis von Arbeitskräften bei grösserer Leistungsfähigkeit; es sind fast nur die Leute zum Verlegen und Vermauern der Steine nötig. Vornehmlich sind, wie gesagt, diese Kabelbahnen auf Steinbrüchen sehr beliebt (Abb. 400 und 400a) [48]. Auch bei dem Bau von Untergrundbahnen sind diese Kabeltransporte für die Erdförderung bereits mehrfach mit Erfolg verwendet worden, so z. B. in Devonport (England), wo zwei Kabelbahnen von 175 m Spannweite die ausgeschachtete Erde in 2,7 cbm-Kübeln mit rund 750 cbm Tagesleistungen unmittelbar bis zu den Ferntransportmitteln brachten [49]. Als Erbauer sind angegeben W. F. Brothers in Brooklyn. Eine ähnliche Anlage ist von derselben Firma an den Sambesifällen errichtet; dort betrugen die Spannweite 265 m und die Nutzlast 10 t (die Probelast ging sogar bis 12 t). Ein auf der Katze befindlicher Mann bediente den Hub- wie den Fahrmechanismus. Das Tragseil hatte einen Durchmesser von 67 mm.

Zum Verladen von Kohlen auf Seeschiffe, auf Haufenlager und umgekehrt hat das Haus A. Bleichert & Co. in Leipzig für die Firma Busenitz in Danzig eine fahrbare Drahtseilverladebahn (Abb. 401) gebaut, bei der die Spannweite zwischen den Stützen 160 m beträgt; der hochnehmbare Ausleger über dem Wasser ist 12 m lang. Die zur Verwendung kommenden 1 t-Förderkübel entleeren sich selbsttätig beim Aufsetzen auf das Lager [50]. — Ueber die Verbindung von Luftseilbahn und Kabelhochbahnkran vgl. Abb. 402.

Ueber Kabelhochbahnkrane für Häuserbauten s. „Armierter Beton“ 1908, S. 76 ff.

Literatur: [1] Buhle, Techn. Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Massengütern) — im folgenden mit „T. H.“ bezeichnet —, III. Teil, Berlin 1906, S. 320, sowie Hill, C. S., The Chicago main drainage channel, New York 1902. — [2] Ders., T. H., I, S. 2, bezw. S. 81 und 88 ff. (Zeitschr.

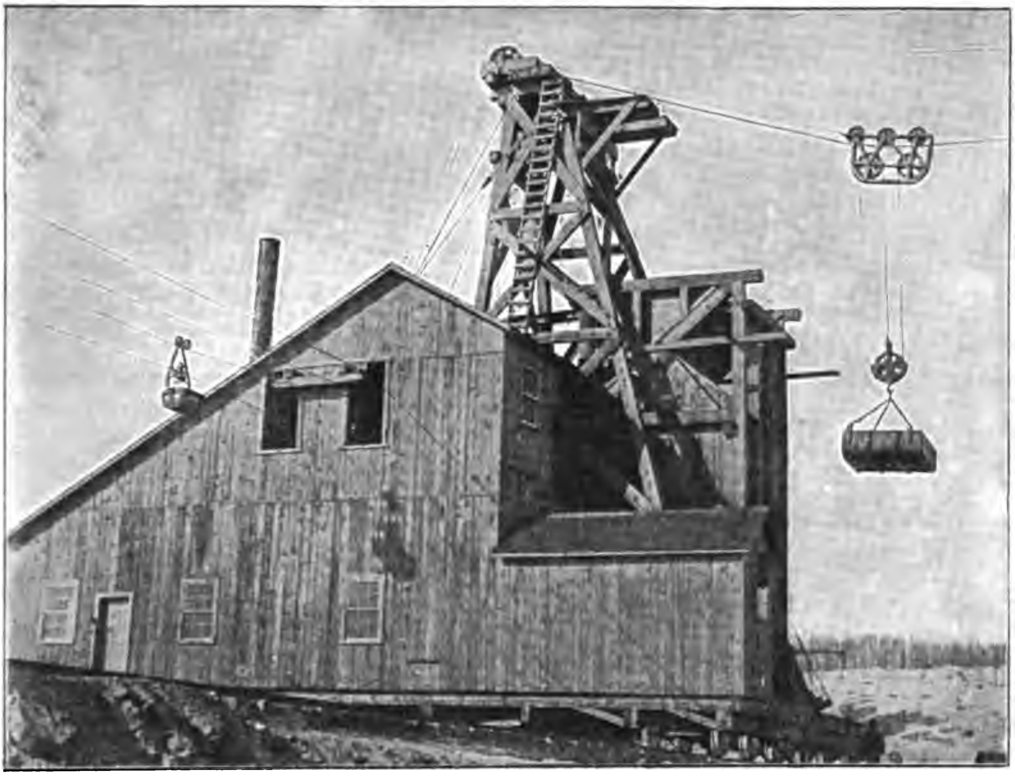


Abb. 402. Endstation eines Kabelhochbahnkranes in Verbindung mit Bleichertscher Luftseilbahn.

d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 922, bezw. 1900, S. 725 und 730 ff.); Glasers Annalen 1898, II, S. 70 und Tafel VII; T. H., II, S. 48 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1470 ff.); ebend., III, S. 164, 217 ff. und 256 ff. („Stahl und Eisen" 1906, S. 716 ff.); ferner Elektrische Bahnen und Betriebe 1906, S. 280, und Zentralbl. d. Bauverw. 1906, S. 376. — [3] Buhle, T. H., I, S. 88 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 732 ff.); Ders., III, S. 236 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 308), S. 257 und 274 ff. („Stahl und Eisen" 1906, S. 718 und 857 ff.); ferner v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 51 ff.; Berkenkamp, Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 363 ff.; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1598 ff. und 2124, sowie Elektrotechn. Zeitschr. 1907, S. 100 ff. (Magnete). — [4] Buhle, T. H., II, S. 44 (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 269); ebend., III, S. 150 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 447). — [5] Ders., ebend., III, S. 4 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 523) und S. 31 (Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 753). — [6] Schumilow, Elektr. Bahnen und Betrieb, 1906, S. 281. — [7] Buhle, T. H., III, S. 218 ff.; Köhler, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1189 ff.; ferner Zentralbl. d. Bauverw. 1906, S. 376 ff. — [8] Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 512, sowie „Glückauf" 1907, S. 1363 ff.; vgl. ebend., S. 1074 ff. — [9] Die wichtigsten neueren Arbeiten über die Baggerfrage sind: Gillette, H. P., Earthwerk and its cost, New York 1904, S. 93 ff.; Prelini, Charles, Earth- and Rock-Excavation, London 1905, S. 118 ff.; Möller, M., Grundriss des Wasserbaues, Leipzig 1906, S. 197 ff.; ferner Brand, Die Abraumarbeit mit Baggern bei der Braunkohlengewinnung im Bergrevier Brühl-Unkel (Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen im Preuss. Staate 1903, S. 71 ff.); hierzu vgl. a. Schulte, „Glückauf" 1907, S. 857 ff. — [10] Richter, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1685 ff.; ferner Eng. News 1906, S. 142. — [11] Buhle, T. H., I, S. 47 bezw. 77 und 81 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1359 ff., bezw. 1900, S. 510 und 725 ff.); vgl. a. 1908, S. 93 u. 98, bezw. III, S. 62; v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 8 ff. — [12] Buhle, T. H., I, S. 49 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1361); ebend., III, S. 63 (Gewerbefleiss 1904, S. 280). — [13] Ders. ebend., S. 252 („Stahl und Eisen" 1906, S. 652); v. Hanffstengel, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1622; ferner Buhle, T. H., III, S. 207 ff. („Glückauf" 1905, S. 1596). — [14] Ders., ebend., S. 233 ff. (Deutsche Bauztg. 1906, S. 308 ff.). — [15] Ders., ebend., S. 233 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 305). — [16] Ders., ebend., S. 139 ff. (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 422 ff.); ferner Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1490 ff.; Kammerer, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1423 ff.; Ders., „Lastenförderung u. s. w.", S. 151 ff. — [17] Möller, ebend., 1904, S. 854. — [18] Buhle, T. H., II, S. 41 (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 259); ebend., III, S. 9 bezw. 233 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 528, bezw. 1906, S. 308) und S. 261 („Stahl und Eisen" 1906, S. 720). — [19] Ders., ebend., I, S. 47 und 77 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1359, und 1900, S. 510). — [20] Ders., ebend., III, S. 62 ff. (Gewerbefleiss 1904, S. 280). — [21] Ders., ebend., I, S. 83 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 726 ff.); v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 73 ff. — [22] Buhle, T. H., III, S. 259; v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 690 ff., und Zeitschr.

d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1408 ff. — [23] Buhle, T. H., I, S. 49 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1361), und III, S. 140 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 424). — [24] Rau, „Hütte", 19. Aufl., I, S. 1195 ff.; v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1903, S. 11 ff., 1906, S. 642 ff. — [25] Buhle, T. H., III, S. 219 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 250). — [26] Ders., ebend., S. 260 („Stahl und Eisen" 1906, S. 719). — [27] Ders., ebend., S. 262 („Stahl und Eisen" 1906, S. 721. — [28] Ders., ebend., S. 236 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 305). — [29] Ders., ebend., S. 147 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 442). — [30] Harprecht, Glasers Annalen 1906, I, S. 204 ff., und Zimmermann, ebend., 1907, I, S. 36 ff.; ferner v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 625 ff. — [31] Buhle, Glasers Annalen 1898, II, S. 67 und Taf. VI. — [32] Ders., T. H., III, S. 257 („Stahl und Eisen" 1906, S. 718); vgl. a. Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1908. — [33] Ders., T. H., I, S. 56 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 73 ff.). — [34] Vgl. a. T. H., III, S. 257, Fig. 54, und Jahrbuch d. Schiffbautechn. Gesellsch. 1904, S. 532 ff. (D.R.P. Nr. 148385). — [35] Buhle, T. H., III, S. 65 ff. (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 431). — [36] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 466; 1906, S. 1404 ff. — [37] Spencer-Miller, Transactions of the Soc. of Naval Arch. and Marine Engineers 1900, S. 155 ff.; Stephan, Dingl. Polyt. Journ. 1904, S. 728 ff., und Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 457; ferner Twaddel, Zeitschr. f. Elektrotechnik und Maschinenbau 1906, S. 301 ff., und Walloth, Die Drahtseilbahnen der Schweiz, Wiesbaden 1893, S. 35 ff. — [38] Buhle, T. H., I, S. 92 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1096 ff.); III, S. 9 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 528) und S. 261 („Stahl und Eisen" 1906, S. 720). — [39] Ders., ebend., II, S. 45 ff. (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 270 ff.). — [40] Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 148; Deutsche Bauztg. 1904, S. 432; Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 178 ff. — [41] Buhle, T. H., II, S. 46 (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 271). — [42] Ders., ebend., I, S. 93 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1097 ff.); III, S. 143 ff. (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 435). — [43] Ders., ebend., II, S. 46 (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 270 ff.); III, Taf. I, (Gewerbefleiss 1904, Taf. A); Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 1196. — [44] The Engineer 1903, S. 228; Buhle, T. H., III, S. 220 ff. (Deutsche Bauztg. 1906, S. 251); Abt, Handbuch d. Ingenieurwiss., V, Bd. 8, 2. Aufl., Leipzig 1907, S. 187. — [45] Flamm, „Stahl und Eisen" 1902, S. 34; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 962. — [46] Buhle, T. H., III, S. 143 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 434); Dieterich, Glasers Annalen 1905, I, S. 228 ff.; Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1805 ff. — [47] Buhle, T. H., III, S. 64 (Gewerbefleiss 1904, S. 282); Abt (s. [44]), S. 175 ff.; Leue, Jahrbuch d. Schiffbautechn. Gesellschaft 1905; v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1907, S. 1 ff.; Zimmer (s. [40]), S. 222 ff. — [48] Buhle, T. H., III, S. 9 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 528). — [49] Eng. News 1904, Bd. 51, S. 453. — [50] Buhle, T. H., III, Taf. 1 und Textblatt 1; ferner Landmann, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 1196 ff.

B. Stetige Förderung.

a) Wagerechte oder schwach geneigte Förderung.

I. Schnecken, Spiralen und Förderrohre.

a) **Schnecken** dienen wie Spiralen und Förderrohre (s. a. Förderrinnen) auf verhältnismässig kurzen Strecken vornehmlich zur Förderung in wagerechter oder schwach geneigter Richtung; vgl. a. Bodenspeicher, Silospeicher, Gurtförderer, Kratzer, Massentransport und [1].

1. Bei gewöhnlichen Schnecken (Abb. 403 und 404) sind links- oder rechtsgängige, aus Eisenblech hergestellte Schraubengänge auf starkwandigen, gezogenen, schmiedeeisernen Rohrwellen oder massiven, bei grossen Längen (Abb. 405 und 406 sowie Zahlentafel 36) durch Kupplungen verbundenen Wellen aus Eisen oder Stahl fest aufgesetzt und vernietet. Die Welle ist an beiden Enden fest gelagert und schiebt bei der Drehung das Fördergut (meist) in einem Blechtrog (Abb. 403) oder Holzkasten (Abb. 405 und 406) — Näheres über letzteren s. unten — vor sich her; das Gut bildet gleichsam die bewegliche Mutter für die an der fortschreitenden Bewegung gehinderte Schraube. Bei Längen über 3 m sind Mittellager (Pockholz) nötig. Zimmer (s. [1]) empfiehlt Lager in

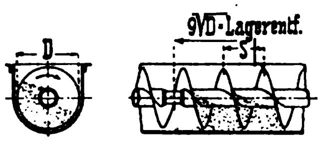


Abb. 403 u. 404. Rechtsgängige Schnecke mit Eisentrog.

2,5 m-Abständen	für	Schnecken	von		100	mm	Durchmesser,
2,5—3,0 „	„	„	„	„	150—250	„	„
3,0—3,6 „	„	„	„	„	300—460	„	„

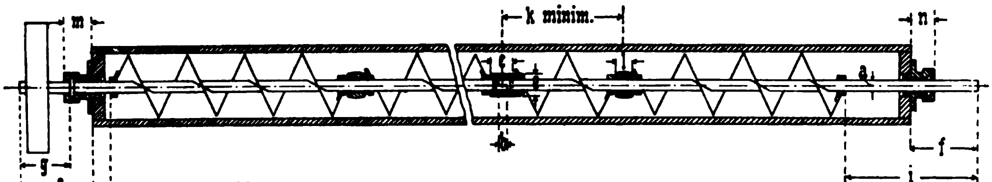
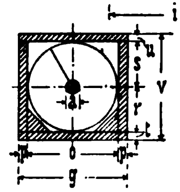


Abb. 405 u. 406. Transportschnecken mit Holzkasten von G. Luther A.-G., in Braunschweig.



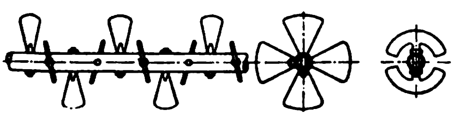


Abb. 407—409. Verstellbare Schnecken.

Endlager aus langen Gusseisenhülsen (am zweckmässigsten mit Metallfutter, Abb. 405). Gebr. Commichau in Magdeburg walzen ihre Patentschnecken aus einem Stück, so zwar, dass nach dem Aussenrande, wo der Verschleiss am grössten ist, die Stärke zunimmt (vgl. Zahlentafel 37 b, Keilquerschnitt). Bei verstellbaren

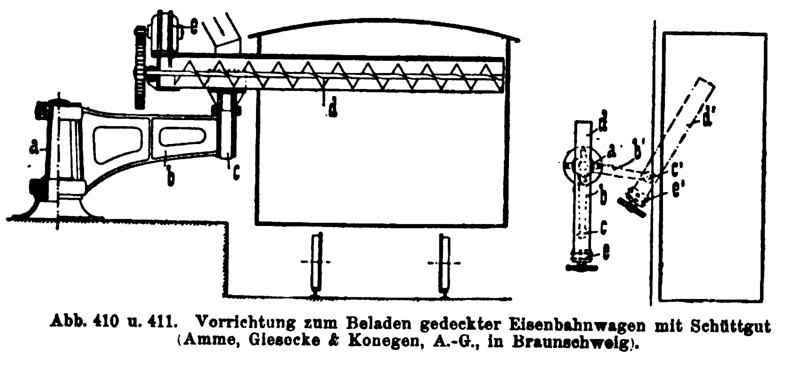


Abb. 410 u. 411. Vorrichtung zum Beladen gedeckter Eisenbahnwagen mit Schüttgut (Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig).

Schnecken (Abb. 407—409) sind die Schraubengänge aus einzelnen Schaufeln aus schmiedbarem Guss gefertigt, die, durch Schrauben befestigt, nach rechts oder links — je nach der Steigung schneller oder langsamer fördernd — gestellt werden können. Leistung etwa 20% kleiner als die von gewöhnlichen Schnecken.

Von den zahlreichen Anwendungen der Schnecken u. a. als Zubringer beim Be- und Entladen von Verkehrsmitteln aller Art sei zu Abb. 410—414 [2] folgendes bemerkt: Um eine feste Drehsäule (Abb. 410 und 411) ist schwenkbar angebracht ein auslegeartiger Träger *b* (*b'*), der an seinem freien Ende die Drehachse *c* (*c'*) für eine vorwiegend oder ganz wagerechte Fördervorrichtung, z. B. eine bei *e* (*e'*) angetriebene Schnecke *d* (*d'*), trägt. Die Einrichtung hat gegenüber andern den grossen Vorteil, dass ihre festen Teile dem Wagen ziemlich fernliegen, so dass eine grosse Bahnsteigbreite vor dem Wagen freibleibt.[1]) Die Abb. 412—414 zeigen ähnliche Vorrichtungen, wie sie von der Maschinenfabrik G. Sauerbrey in Stassfurt zur Verladung von gemahlenem Steinsalz, Hartsalz, Kainit, Schamotte, Gips, Soda, Sulfat, Zement, Kohle, Spat, Glas u. s. w. gebaut werden. Das Beladen eines 10 t-Wagens mittels dieser ohne weiteres verständlichen Einrichtung beansprucht bei feinem Mahlgut etwa acht Minuten. Ebenso bemerkenswert ist die Verwendung der Schnecke zum Herbeiholen losen Schüttgutes für Fördervorrichtungen, wie Becherwerke u. dergl. Abb. 415 und 416 veranschaulichen die Speisung des Elevators *e* mittels der auf dem Schüttgut *d* gleichsam schwimmenden, also mit der sinkenden Oberfläche ebenfalls sich senkenden Schnecke *a*, die bei *f* räumlich drehbar ist und daher ein grosses Feld beherrscht. In Abb. 415 bedeutet *g* ein Lager, das auf dem Sammelgut ruht und durch sein Eigengewicht die Drehachse der Schnecke führt. Solcher oder ähnlicher, gegen das Untersinken (*h*) besonders ausgebildeter Lager,

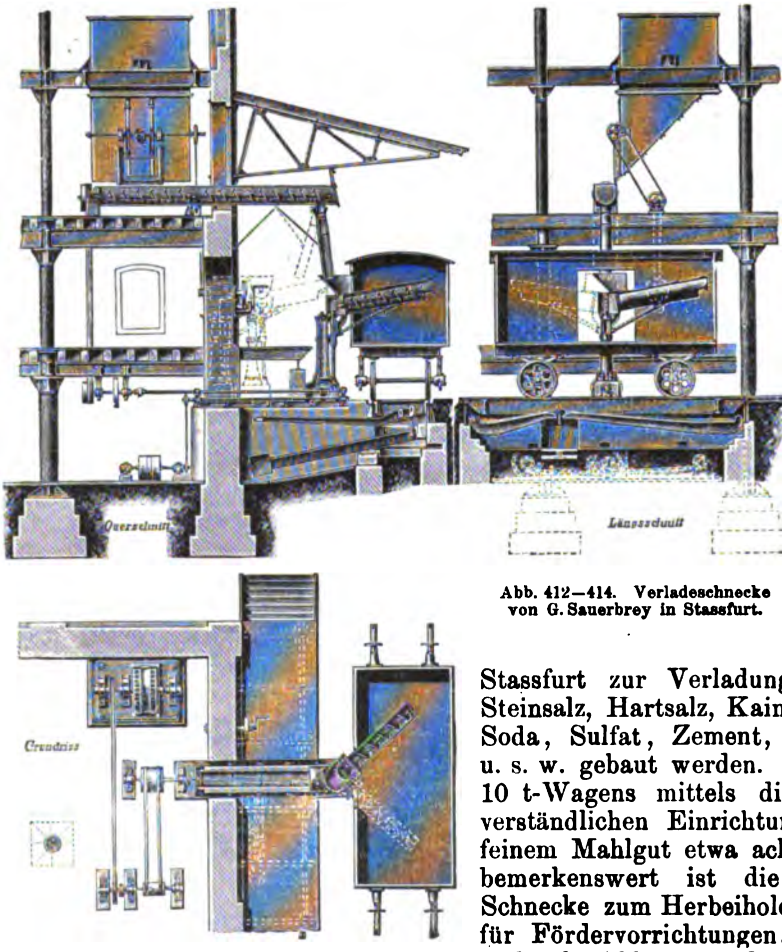


Abb. 412—414. Verladeschnecke von G. Sauerbrey in Stassfurt.

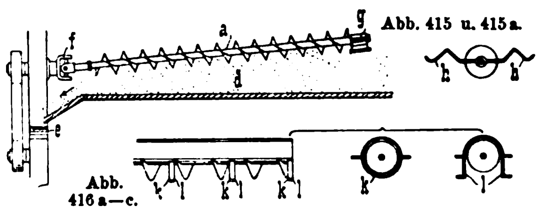


Abb. 415 u. 416. Einrichtungen zum Herbeiholen losen Schüttgutes für Fördervorrichtungen (Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig).

[1]) Vgl. a. Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1901 ff., „Neuere Fördermittel und Lageranlagen für Kalisalz", gebaut von Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig. — Der Aufsatz ist auch abgedruckt in den Zeitschriften „Kali" und „Internationale Kohlen- und Kali-Industrie" 1908.

Abb. 416a—416c, können auch mehrere, auf die Länge der Schnecke verteilt, angebracht werden. Fallen die Transportvorrichtungen länger aus, so setzt man sie aus einzelnen, in senkrechten Ebenen oder auch universell beweglichen Gliedern zusammen, damit sie sich den Unebenheiten der Schüttgutoberfläche anzuschliessen vermögen. Um eine Berührung des Schüttbodens oder einer Zwischenlage durch die Fördervorrichtung bei angenäherter Erschöpfung des Sammelgutes zu verhüten, können

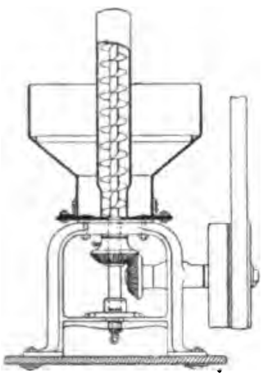


Abb. 417. Senkrechte Schnecke.

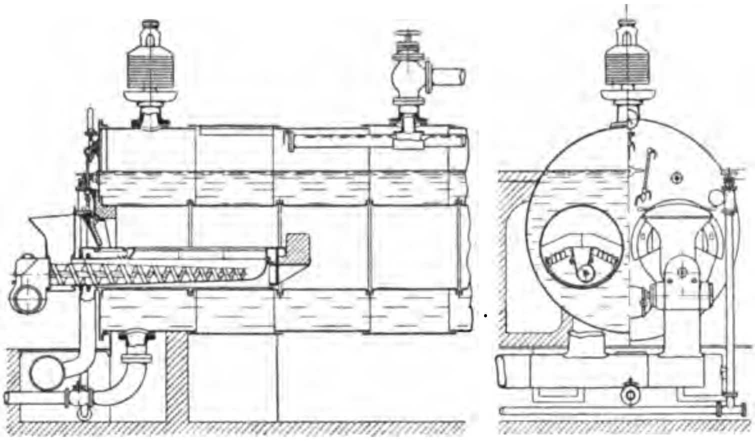


Abb. 418 u. 419. Unterschubfeuerung mit Schneckenförderung und Unterwindgebläse (konische Schnecke).

Zahlentafel 36.
Schnecken mit Holzkasten von G. Luther, A.-G., in Braunschweig.

Blech-durchmesser	Blech: Steigung	Blech: Zahl der Bleche pro qcm	Blech: Blechdicke	Welle: a	Welle: b	Kupplung: c	Kupplung: d	(Zu Abb. 405 und 406): e	f	g	h	i	k	l	Endlager mit Spur: m	Endlager ohne Spur: n	Schneckenkasten: o	p	q	r	s	t	u	v
100	80	10	1,5	30	20	60	50	210	200	155	270	280	260	55	55	55	115	22	159	57	58	25	20	160
120	—	—	—	30	20	60	50	240	200	155	270	300	260	55	55	65	140	22	184	70	70	25	20	185
160	120	10	1,5	35	20	68	55	250	230	175	310	470	350	55	96	75	180	22	224	90	90	25	20	225
200	150	8	2	40	25	75	65	250	230	175	310	480	420	60	96	77	220	25	270	110	110	30	20	270
250	180	6,5	2	45	25	82	70	260	240	175	320	480	500	65	107	80	270	25	320	135	135	30	25	325
300	180	6,5	2	50	30	90	75	270	260	182	330	520	500	75	112	85	320	30	380	160	160	30	25	375

Zahlentafel 37a. Schnecken von Gebr. Commichau in Magdeburg.

Schnecken-durchmesser in mm	Rohrdurchmesser in mm: aussen	Rohrdurchmesser in mm: innen	Zapfenstärke in mm	Blechstärke der Gänge in mm	Umdrehzahl in der Minute	Durchschnittsleistungen in 1 Stunde in hl	Anzahl der Gänge auf 1 m
100	34	26	25	$2, 2\frac{1}{2}, 3, 3\frac{1}{2}, 4$ und 5	100	12	$12\frac{1}{2}$
120	34	26	30		100	20	$10\frac{1}{2}$
140	45	35	35		100	33	9
160	45	35	35		80	39	8
180	50	40	40		80	59	7
200	50	40	40		70	73	6
250	60	50	50		70	135	5
300	60	50	50		60	155	4
350	70	60	60		60	240	$3\frac{1}{2}$
400	70	60	60		50	310	3
450	70	60	60		50	400	3
500	75	65	65		50	480	3
550	75	65	65		45	630	$2\frac{1}{2}$
600	80	70	70		45	750	$2\frac{1}{2}$

ausserdem Bügel *k* oder Füsse *l* (Abb. 416 a—416 c) angebracht werden; vgl. hierzu auch [3]. — Die Anwendung einer senkrechten Schnecke (als Elevator [s. d.]) zeigt Abb. 417 [4]; Umdrehzahl ungefähr doppelt so gross wie bei wagerechten Schnecken. Ueber die Verwendung lotrechter Schnecken als Materialspender (Siloauslauf) vgl. Abb. 143 und [5]. Die Benutzung von konischen (Kegel-) Schnecken erfolgt meist an Stellen, wo es sich zugleich um die Erzielung einer grösseren Pressung handelt, wie z. B. bei dem durch Abb. 418 und 419 [6] erläuterten Fall; vgl. hierzu die mechanische (Schnecken-) Beschickungsvorrichtung für Lokomotiven [7]. In den Zahlentafeln 36—40 und 44 sind einige Abmessungen und Leistungen von Transportschnecken zusammengestellt.

Zahlentafel 37b.

Schnecken-durchmesser in mm	Steigung etwa 4/5 Durchmesser in mm	Wellen-durchmesser in mm	Blechstärke in mm (Keilquerschnitt) innen	aussen	Ungefähre Gangzahl f. d. lfd. m
100	80	34	1,8	3,5	12½
125	100	34	1,8	3,5	10
140	110	45	2,0	4,0	9
165	128	45	2,0	4,0	8
180	144	50	2,0	4,0	7
210	160	60	2,5	4,0	6
240	200	76	3,5	5,0	5
300	240	83	3,5	6,0	4

Zahlentafel 38. Schnecken von Nagel & Kaemp in Hamburg (mit eisernem bezw. hölzernem Trog).

Aeusserer Schnecken-durchmesser mm	Trogbreite		Troghöhe		Gewichte in kg		
	Eisen mm	Holz mm	Eisen mm	Holz mm	der Endlager mit Antrieb, Eisen und Holz	für das laufende m Eisen	Holz
120	178	175	150	185	30	19	16
150	220	200	180	215	40	25	21
200	296	260	230	270	50	32	27
250	356	310	280	320	75	42	35
300	416	370	335	375	100	54	45
350	476	420	385	435	130	78	65
400	536	470	440	500	170	90	90

Zahlentafel 39. Schnecken von Schmidt in Wurzen.

Schnecken-durchmesser mm	Steigung mm	Höchste Leistung hl/st Getreide	Mehl	Um-drehungen in 1 Minute	Gewicht für 1 m Schnecke mit Welle (ohne Trog und Zapfen)	Zapfen-durchmesser mm
105	110	23	950	100	4,2	25
115	110	28	1150	100	5,0	30
130	110	36	1500	100	5,3	30
140	115	42	1830	100	7,4	35
155	125	50	2800	80	7,7	35
170	125	64	3000	80	8,1	35
190	140	88	4000	80	8,5	40
210	160	100	4500	70	9,6	40
250	180	150	6000	70	12,8	45
270	200	180	7500	70	—	—
300	200	220	9000	60	15,3	50
330	250	280	11000	60	—	—
350	250	310	12000	60	—	—
400	250	350	14000	50	—	—

Zahlentafel 40. Schnecken von Ergang in Magdeburg.

Schneckendurchmesser mm	Umdrehungen in 1 Minute	Leistung in hl/st bei etwa ein Drittel Füllung des Troges
240	40—60	60— 90
280	40—60	100—150

b) **Spiralen** (Abb. 420), ausgeführt von E. Kreiss in Hamburg und Gebr. Commichau in Magdeburg, bestehen aus einem gewundenen Flacheisenstab, der in Abständen von etwa 0,5 m mit der Welle verschraubt ist. Arbeitsverbrauch geringer als bei Schnecken, aber auch Leistung rund 20% kleiner (s. Zahlentafel 44). Vorteil: weniger Verstopfungen, was namentlich bei unregelmässiger Gutzuführung wichtig ist. Die Zahlentafeln 41—43 und 44 geben etliche Zahlen über Abmessungen und Leistungen von Transportspiralen.

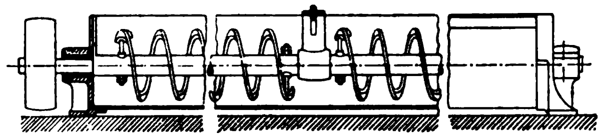


Abb. 420. Spirale von E. Kreiss in Hamburg.

Zahlentafel 41. Spiralen von Gebr. Commichau in Magdeburg.

Spiralendurchmesser mm	Flacheisenabmessungen mm	Steigung mm	Gewicht f. d. lfd. m kg	Spiralendurchmesser mm	Flacheisenabmessungen mm	Steigung mm	Gewicht f. d. lfd. m kg
200	40/7	180	8,5	500	90/8	400	25,0
250	45/7	200	11,0	550	90/10	440	30,0
300	50/7	240	12,5	600	90/13	480	36,0
350	60/7	280	13,8	650	90/13	520	37,0
400	70/7	320	15,5	700	90/13	560	38,0
450	80/8	360	21,0				

Zahlentafel 42. Spiralen von Schmidt in Wurzen.

Aeusserer Spiralendurchmesser mm	Flacheisenquerschnitt mm	Steigung der Schnecke mm	Umdrehungen in 1 Minute	Rohrdurchmesser mm	Gewicht für 1 m kg
105	30 × 10	100	100	33	10,0
155	30 × 10	150	80	48	13,7
210	35 × 10	200	70	51	13,9
250	35 × 10	250	70	59	14,5
300	40 × 10	250	60	59	17,0
350	40 × 10	300	60	75	19,3
400	40 × 10	300	50	75	20,1
450	50 × 10	500	50	89	21,5
500	50 × 10	500	50	89	24,5

Zahlentafel 43.

A. Strenge in Hamburg baut Stahlspiralen nach Abb. 421 [8]:

Aeusserer Durchmesser	in mm	100	200	300	500
Querschnitt des Flachstahles . .	in qmm	20 × 5	38 × 7	64 × 7	76 × 7.

Schnecken und Spiralen sind meist nur für kurze wagerechte oder bis zu 30° geneigte Förderstrecken zu empfehlen; Gebr. Commichau haben Zementwerkschnecken bis 75 m Länge ausgeführt (Kraftbedarf 10 PS., zur Aufnahme des Axialdruckes Spur- und Kammlager). Grenzgeschwindigkeiten des Fördergutes 0.20—0,30 m/sk. Wirkungsgrad etwa 0.12—0,15; Betrieb verhältnismässig teuer. Das Fördergut wird durchwühlt und leicht beschädigt; Luftzutritt mangelhaft, Staub bleibt in der Mulde liegen und wird immer wieder durchgerührt.



Abb. 421. Flachstahlspirale von A. Strenge in Hamburg.

Bedienung einfach, Ein- und Ausläufe an beliebigen, auch an mehreren Stellen zugleich. Mischung von Fördergut leicht möglich. Bauarten zum Stellen, Hängen oder zur Befestigung an der Wand. Antrieb durch Riemen oder Treibketten und (bei mehr als 230 mm Schneckendurchmesser) Zahnräder.

Tröge (s. oben Abb. 403, 405 und 406) aus 2—4 mm dickem Blech (feuersicher und glatt) oder aus Gusseisen, Holz (20—25 mm-Brettern) oder Beton. Zwischenraum zwischen Schnecke und Trog 3—6 mm, Ausläufe mit Schiebern oder festen Auslaufstutzen versehen. Deckel (meist aus Holz) leicht abnehmbar.

Bezeichnen

d den Durchmesser und s die Steigung der Schnecke in m,
n die minutliche Umlaufzahl der Schnecke,
l die Länge der Schnecke in m,
L die wirkliche Förderleistung in l/sk,
L_1 die höchste Förderleistung in l/sk,
γ das Gewicht des Fördergutes in kg/l,
E den erforderlichen Arbeitsaufwand in mkg/sk,
N „ „ „ „ PS.,

dann soll sein (nach [9]):

$$d \overline{\lessgtr} 0{,}42 \text{ m}; \qquad s \sim 0{,}7\,d; \qquad n = \frac{45}{\sqrt{d}}.$$

Bei einem Füllungsquerschnitte von

$$0{,}42\,\frac{\pi d^2}{4} \text{ ist } L_1 = 1000 \cdot 0{,}42\,\frac{\pi d^2}{4}\,0{,}7\,d\,\frac{n}{60} = 171\sqrt{d^5} \text{ oder } d = 0{,}128\,\sqrt[5]{L_1^2}.$$

Ferner ist $E = (1{,}35\text{—}1{,}8)\,l\,L\,\gamma$ mkg/sk, $N = (0{,}018\text{—}0{,}024)\,l\,L\,\gamma$ PS.

Nach Gebr. Seck in Dresden gilt:

$$Q = p f \frac{\pi d^2}{4} d n\, 60 = 0{,}35\, d^3 f n \text{ oder } d = 1{,}43 \sqrt{\frac{Q}{f n}},$$

wenn Q die Fördermenge der Schnecke in kg/st,
d der Schneckendurchmesser in cm,
f der Füllungsgrad der Schnecke (durchschnittlich 0,2, höchstens 0,33),
p das spezifische Gewicht des Getreides (0,75).
(Steigung s gleich dem Durchmesser d angenommen.)

Nach [8]:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} s n\, 60\, \varphi, \text{ wo}$$

Q die Fördermenge in cbm/st,
d der Schneckendurchmesser in m,
s die Steigung in m,
n die minutliche Umlaufzahl,
φ der Füllungsgrad ($^1/_3$—$^1/_5$) [der kleinere Wert gilt für grössere Schnecken]).

Nach Baumgartner [1]:

Leistung der Schnecken: $L = 5\, d^2 \pi n s$,

wo L die Fördermenge in l/st,
d der Schneckendurchmesser in dm,
n die minutliche Umlaufzahl,
s die Steigung in dm.

$$\text{Arbeitsbedarf: } P = \frac{Q l}{250\,000} \text{ bis } \frac{Q l}{200\,000}$$

wenn Q die Leistung in kg/st,
l die Länge des Förderweges in m.
(Umfangsgeschwindigkeit zu 1,3 m angenommen.)

Zahlentafel 44. Schnecken und Spiralen nach Zimmer [1].

Aeusserer Schnecken-durchmesser	Ganghöhe	Durchmesser der hohlen Welle		Um-drehungen in 1 Minute	Stündliche Fördermenge der	
		innen	aussen		Schnecke	verstellbaren Schnecken und Spiralen
mm	mm	mm	mm		cbm	cbm
102	51	25	35	130	1,58	1,29
152	76	38	49	120	4,25	3,54
204	102	38	49	100	8,50	7,08
228	114	38	49	100	13,59	11,33
254	127	51	62	90	16,99	14,16
304	152	51	62	90	28,31	23,36
356	178	51	62	80	39,64	32,56
406	203	51	62	70	53,80	44,60
458	229	51	62	60	65,13	53,80

Abmessungen und Leistungen von Schnecken bezw. Spiralen bis zu 460 bezw. 900 mm Durchmesser der New Conveyor Co. in Smethwick (England) s. [10].

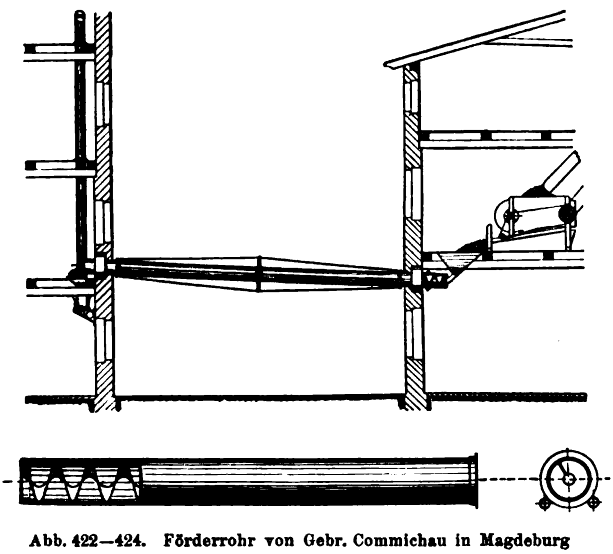
c) **Förderrohre,** wagerechte oder schwach geneigte drehbare Rohre mit innerem Schneckengewinde (Abb. 422—426). Vorteile: Schonung des Gutes, geringer Verschleiss, völlige Entleerung des Rohres, Mischung und etwaige Trocknung während der Förderung. Arbeitsbedarf bei 30 m Länge und 50 t/st Leistung rund 25 PS. (s. a. Massentransport und [11]).

Nach Zimmer [12] ergaben Versuche mit Förderrohren

1. von 152 mm äusserem, 63 mm innerem Durchmesser und 51 mm Ganghöhe bei 60 Umläufen in der Minute eine Leistung von 0,793 cbm/st
„ 80 „ „ „ „ „ „ „ 1,019 „
„ 100 „ „ „ „ „ „ „ 0,849 „
„ 140 „ „ „ „ „ „ „ 0 „

2. von 304 mm äusserem Durchmesser, 101 mm Steigung und 3,7 m Länge bei 60 Umläufen in der Minute eine Höchstleistung von 6,75 cbm/st bei einem Arbeitsverbrauch von 0,14 PS. für das m. Als beste Steigung bei Förderrohren wird bezeichnet zwei Fünftel des äusseren Durchmessers.

Die Abb. 425 und 426 zeigen zwei amerikanische Ausführungen von Förderrohren.



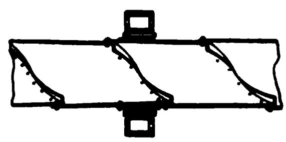


Abb. 425. Förderrohr mit Rollenlagern von Edwards in New York.

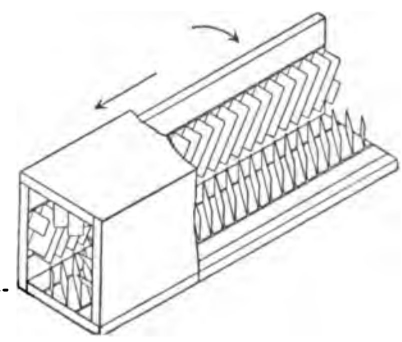


Abb. 422—424. Förderrohr von Gebr. Commichau in Magdeburg

Abb. 427 (vgl. Abb. 428).

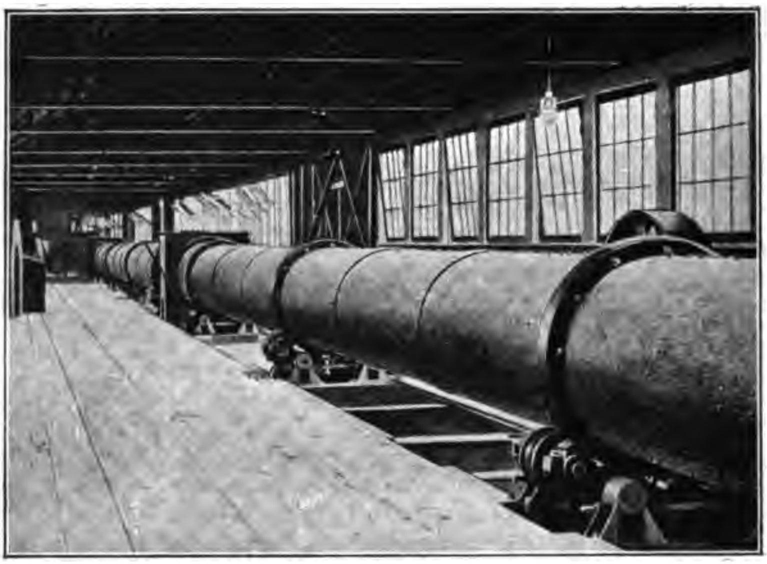


Abb. 426. Förderrohr der Link Belt Engineering Co. in Philadelphia.

d) **Fördervorrichtung von A. Suess,** Witkowitz (D.R.P. Nr. 162994 und 183962, Abb. 427 und 428). Fördern durch Ab- und Vorrutschen an gehobenen schiefen Flächen; s. a. [13] und Zahlentafel 45.

Zahlentafel 45. Leistungen der Fördervorrichtung von A. Suess, Witkowitz, Mähren,
bei Aufgabe von Portlandzement mit einem Litergewicht von 1150 g und von Schlackenzement mit einem Litergewicht von 950 g.
Die lichte □-Weite der Fördervorrichtung ist bei Nr. I 180 × 180 mm, bei Nr. II 240 × 240 mm und bei Nr. III 300 × 300 mm.

Minutliche Umdrehungen	Leistung in 10 Stunden in kg					
	Nr. I		Nr. II		Nr. III	
	Portland-	Schlacken-	Portland-	Schlacken-	Portland-	Schlacken-
	Zement		Zement		Zement	
10	12000	10800	54000	42000	83700	66000
15	20400	18120	72000	54750	125550	99000
20	28800	25440	90000	67500	167400	132000
25	37200	32760	108000	80250	209250	165000
30	45600	40080	126000	93000	251100	198000
35	54000	47400	144000	105750	292950	231000
40	62400	54720	162000	118500	334800	264000
45	70800	62040	180000	131250		
50	79200	69360	198000	144000		
55	87600	76880				
60	96000	84000				

Der Arbeitsbedarf einer Fördervorrichtung Nr. II mit einer Länge von 75 m wurde bei 25minutlichen Umdrehungen mit $1^1/_2$ PS. ermittelt.

Literatur: [1] Buhle, T. H., II, S. 10 und 109 ff.; Ders., „Hütte“, 19. Aufl., I, S. 1242 ff.; Ders., Glasers Annalen 1899, I, S. 76; ferner Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 843. — [2] Ders., T. H., III, S. 221 ff. (Deutsche Bauztg. 1906, S. 281) und Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1901 ff.; vgl. a. S. 265 („Stahl und Eisen“ 1906, S. 790); ferner Wille, Eisenbahntechnische Zeitschr. 1907, S. 3 ff. — [3] Buhle, T. H., III, S. 67 (Gewerbefleiss 1904, S. 283); ferner ebend., I, S. 65 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 117). — [4] Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 19 ff. — [5] Elektrische Bahnen und Betriebe 1905, S. 692. — [6] Lind, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 60 ff. — [7] Gutbrod, ebend. 1905, S. 2101 ff. — [8] v. Hanffstengel, Dinglers Polyt. Journ. 1902, S. 713. — [9] Fischer, H., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1891, S. 987 ff. — [10] Dawson, Traction and Transmission 1904, S. 58. — [11] Buhle, T. H., II,



Abb. 428.

Abb. 427 u. 428. Fördervorrichtung von A. Suess in Witkowitz.

S. 12; Ders., „Hütte“, 19. Aufl., I, S. 1244. — [12] Zimmer, Excerpt Minutes of Proc. Inst., Civil Engineer 1902—03. — [13] Buhle, T. H., III, S. 221 ff. (Deutsche Bauztg. 1906, S. 281), und ebend., S. 265 („Stahl und Eisen“ 1906, S. 790); ferner Glasers Annalen 1906, II, S. 75 ff. (Fabrikate von Gebr. Pfeiffer in Kaiserslautern).

2. Gurtförderer (Fördergurt, Förderband, Transportband, Bandtransporteur, Schleppriemen oder Traineur), ein endloses wagerecht oder wenig geneigt (bis zu $\sim 27^0$) über liegende Rollen gespanntes und von diesen getragenes Band (aus Gummi mit Hanfgewebeeinlage, Ballata oder Baumwolle). S. a. Kesselhäuser, Massentransport, Müllbeseitigung und [1].

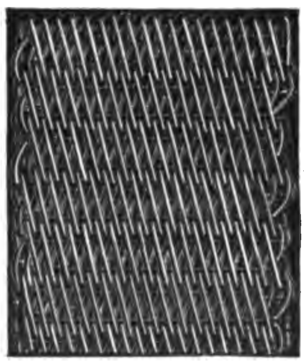


Abb. 431. Drahtgurt von G. Pickhardt in Bonn und A. W. Kaniss in Wurzen i. S.

Abb. 429. Bandquerschnitt für scharfe oder schwerstückige Sammelkörper.

Abb. 430. Gurt für weiche Fördermassen.

Für scharfe oder schwerstückige Güter (Erz, scharfen Kies, Sand, Kohle, Asche u. s. w.) wurden Baumwollgurte mit Deckschicht aus widerstandsfähigem Gummimantel (Abb. 429) zum Schutz gegen Feuchtigkeit und Abnutzung zuerst von der Robins Conveying Belt Co. in New York (Muth-Schmidt in Berlin und W. Fredenhagen in Offenbach a. M.) angewendet. Die Gurte der Continental-Kautschuk- und Guttapercha-Co. in Hannover besitzen eine Zugfestigkeit von 500 kg/qcm; nach Angaben der Vereinigten Gummiwarenfabriken Harburg-Wien beträgt die zulässige Spannung S für 10 mm Riemenbreite bei 25facher Sicherheit: $S = \frac{7\,162\,000\,N}{b \cdot n \cdot r}$, wenn bedeutet:

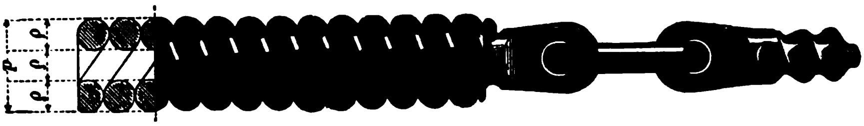


Abb. 433.

Abb. 432—434. Stahlschnur-Rostförderer von G. Pickhardt in Bonn.



Abb. 432.

N die Anzahl der zu übertragenden PS.,
b die Riemenbreite in mm,
n die minutliche Umdrehzahl der Treibscheibe,
r den Halbmesser derselben in mm.

Die durch Versuche festgestellte zulässige Spannung beträgt bei 25 facher Sicherheit für 10 mm Riemenbreite:

bei 1	Einlage	2,0 kg
„ 2	Einlagen	3,6 „
„ 3	„	5,2 „
„ 4	„	6,7 „
„ 5	„	8,2 „
„ 6	„	9,8 „
„ 7	„	11,3 „
„ 8	„	12,9 „
„ 9	„	14,5 „
„ 10	„	15,9 „

Die Gurte werden unter einem Druck von 250 Atmosphären gepresst und auseinandergezogen, um späteres Dehnen zu verhüten. Für weichere Fördermassen (Braunkohle, feines Salz [1]) u. dergl.) haben sich Gurte mit dünnerer Gummihülle (Abb. 430) als ausreichend erwiesen. — Baumwolle, gegen Feuchtigkeit mit Ballata getränkt, ist sehr widerstandsfähig und etwas billiger. Einfache Baumwolle- und Hanfgurte sind sehr hygroskopisch. — Gurte aus eisernen Gliederstücken (Stahldrahtgurte u. s. w. Abb. 431) [2]) von 0,2—1,5 m Breite fertigen

[1]) Vgl. a. Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1901 ff., sowie die Zeitschrift „Kali" 1908, S. 12 ff. „Neuere Fördermittel und Lageranlagen für Kalisalz" (gebaut von Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig. — Der Aufsatz ist auch abgedruckt in der „Internationalen Kohlen- und Kali-Industrie" 1908, Nr. 2, S. 3 ff.

[2]) Dieser Drahtgurt eignet sich vornehmlich zu Förder- und Verladebändern für Briketts, Nuss- und Stückkohle, Zuckerrüben, Schnitzel, Ton, Steine u. s. w. Diese Gurte gewähren vermöge ihrer ausserordentlichen Festigkeit eine grosse Sicherheit gegen Zerreissen; sie können in jeder beliebigen Länge, Breite und Stärke und aus jedem Metalldraht angefertigt werden. Sie sind ferner sehr biegsam, lassen sich an jeder beliebigen Stelle öffnen, verkürzen, verlängern und wieder verbinden, und die Verbindung der stumpf voreinander gestossenen Enden mit runden Spiralen ist eine durchaus zuverlässige. Bei Transporteuren und Elevatoren sind die Schraubenlöcher zur Befestigung von Mitnehmern und Bechern durch Eintreiben eines Dornes leicht und sicher anzubringen, ohne dass ein Ausreissen der Löcher möglich wäre. Durch Anwendung von

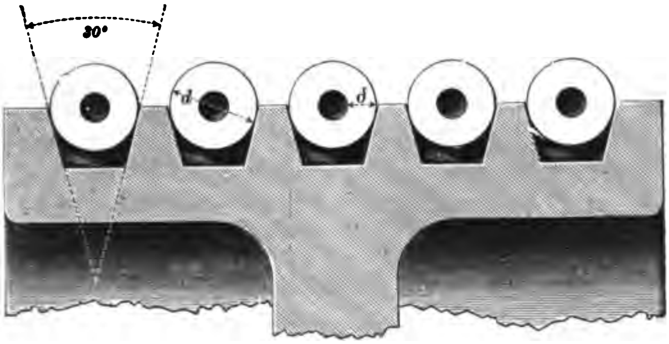


Abb. 434.

A. W. Kaniss in Wurzen i. S. (Drahtgeflechte auch für Kohlenwäschen) und G. Pickhardt in Bonn (Stahlschnurrostförderer (Abb. 432—434). [1]) — Die Laufrollen für Gurtförderer sind aus Holz oder häufiger aus Eisen (meist leichte schmiedeeiserne oder stählerne Rollen mit eingesetzten Endzapfen) und haben bei dem Tragtrum

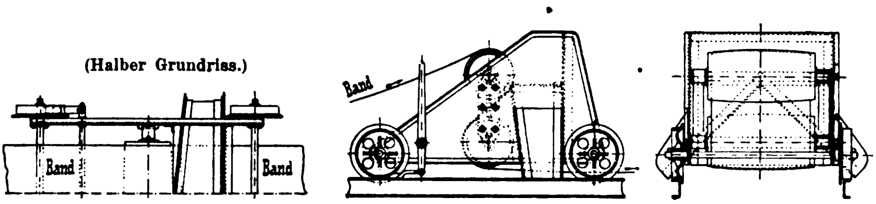


Abb. 435—437. Abwurfwagen der Bamag.

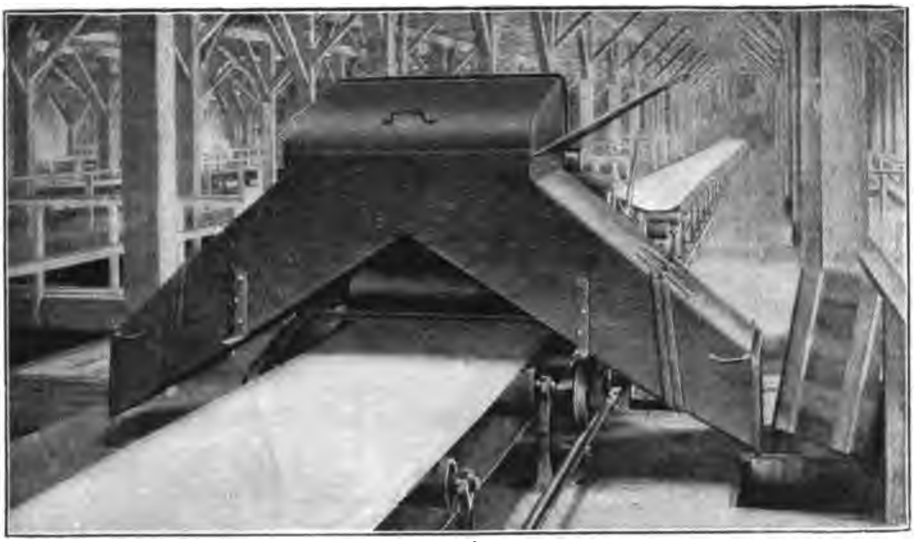


Abb. 438. Flacher Gurtförderer mit fahrbarem Abwerfer.

verzinktem Draht oder durch Einölen werden die Gurte vor jeder nachteiligen Einwirkung durch Nässe und Feuchtigkeit vollständig geschützt. Temperatureinflüssen sind sie nahezu gar nicht unterworfen. Ihre Abnutzung ist sehr gering. Die leichten, eindrähtigen Gurte dienen vorzugsweise als Treibriemen und für leichte Elevatoren.

[1]) Für die Anwendung in Zuckerfabriken zur Beförderung gewaschener Rüben, in Kohlen- und Erzbergwerken als kontinuierliches Sieb, sowie zum Verladen von Stückkohlen, Koks, Briketts, Erzen u. s. w. haben sich diese Förderer bestens bewährt. Als im Deutschen Reiche noch die Rübensteuer bestand, haben diese Fördermittel dadurch einen grossen Nutzen gebracht, dass sie als Uebergangsstation zwischen der Rübenwäsche und der Steuerwage das Durchfallen aller Unreinlichkeiten, wie Blätter, Rübenschwänze, Steine u. s. w., ermöglichten und zugleich verhinderten, dass diese Unreinlichkeiten mit in die Schnitzelmaschinen gelangten und die Messer verdarben. Ferner ermöglichten sie, dass die Rüben möglichst trocken zur Steuerwage gelangten, da das abtropfende Wasser und die Unreinlichkeiten rund 1 % des Rübengewichtes betrugen, was bei den grossen, in den Zuckerfabriken verarbeiteten Mengen eine ansehnliche Summe ergab, so dass sich der Rosttransporteur vielfach schon in einer Kampagne bezahlt machte. Da in vielen ausländischen Fabriken noch mit der Rübensteuer zu rechnen ist, so bilden diese Transporteure für jene Industrie einen guten Ausfuhrartikel. Vgl. a. Quadratseilförderer (Patent Beck, Nr. 147 384), Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 274.

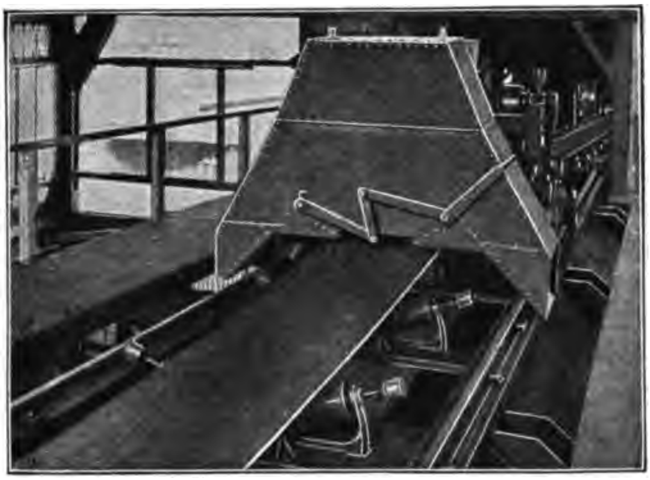


Abb. 439.

Abb. 439 u. 440. Abwurfwagen der Link Belt Co. (Stirnansicht).

je nach der Schwere und der Breite des Gurtes einen Abstand von 2—4 (5) m (Getreide) bezw. 1,2 (0,9) bis 1,8 m (Kohle), bei dem Leertrum 4—6 m bezw. 2,4—3,6 m; Durchmesser 80—120 mm. Die Leitrollen haben bei starker Ablenkung am Ende und an den Abwurfstellen 300—500 mm, bei schwächerer Biegung auch wohl nur 150 bis 200 mm Durchmesser.

Das Fördergut wird durch einen Trichter aufgeschüttet — zur Erzielung geringsten Verschleisses muss an den Aufgabestellen dem Gut annähernd dieselbe Richtung und Geschwindigkeit gegeben werden wie dem Bande (fahrbare Aufwurfwagen [2]) — und fällt von dem Band in eine Abwurfrinne oder kann durch Einfügen einer besonderen Vorrichtung (eines festen Abwerfers oder fahrbaren Abwurfwagens) oder eines Abstreichers (Abb. 476 bezw. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingenieure 1902,



Abb. 440. Hintere Ansicht.

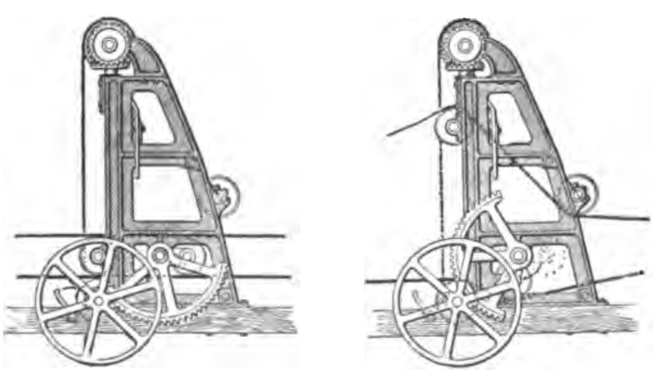


Abb. 441 u. 442. Ortsfeste Abwurfsvorrichtung.

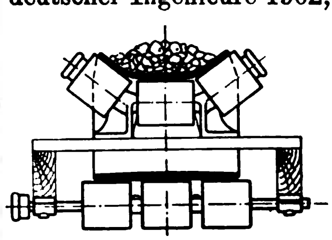


Abb. 444. Rollenführung für Gurtförderer.

S. 1772, und 1906, S. 667) an beliebiger Stelle abgeworfen werden. In diesen Abwurfvorrichtungen (Abb. 435—442) wird das Band auf zwei übereinander liegende Rollen geführt, so dass es eine kurze S-förmige Biegung machen muss, während das Fördergut infolge seines Beharrungsvermögens in derselben Richtung weiterfliegt und in seitlich ausmündenden Rinnen abfliesst.[1]) — Robins (Muth-Schmidt), auch G. Luther, A.-G., in Braunschweig, u. a. bauen einen Abwurfwagen, der zwischen beliebig einstellbaren Wendepunkten zur Verteilung des Schüttgutes selbsttätig hin und her fährt (Abb. 443). — Um zu ver-



Abb. 443. Kohlenförder- und -lageranlage der National Lead Co. in Brooklyn.

hindern, dass körniges Gut seitlich abfällt, werden vielfach in bestimmten Abständen schrägstehende Rollen verwendet, die den Gurt muldenförmig mehr oder weniger aufbiegen (Abb. 444—453) [3]. — Hier sei eine kurze geschichtliche Bemerkung eingefügt: Gurtförderer sind seit über 50 Jahren im Gebrauch, und zwar wurden sie zuerst angewendet zum Transport von leichten Sammelkörpern, wie Getreide, Hülsenfrüchte u. dergl. Ein breiter Gurt lief auf flachen, wagerecht liegenden Trag-

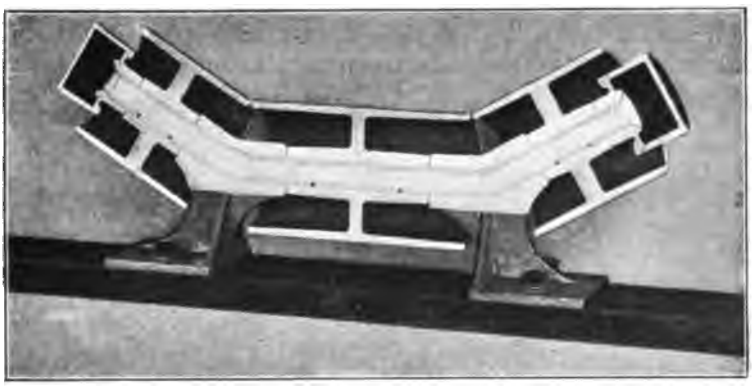


Abb. 445. Hohlwelle und obere Tragrolle (nach Robins) im Querschnitt.

rollen; hin und wieder war ein Winkelrollenpaar vorgesehen, welches die Ränder der Gurte anhob, um das Fördergut etwas zur Mitte zu bewegen, dasselbe zu „konzentrieren“, wie man sagte. Diese schrägsitzenden Rollen waren entweder an demselben Gestell untergebracht wie die Tragrollen, oder sie waren für sich montiert. Als man später die Gurte zur Förderung von Sand, Kies, Zement, Erz, Kohle, Steinen u. s. w., d. h. schweren Massengütern, verwendete, wurden die

[1]) Wechseln die verschiedenen Abwurfstellen ihre Lage nicht, so stellt man zweckmässig an jedem solchen Punkte eine Vorrichtung nach Art der in Abb. 441 und 442 wiedergegebenen auf. Die Abwurfrolle kann durch die Gurtkraft selbst schnell aus der Lage von Abb. 441 in die in Abb. 442 gezeichnete Abwurfstellung gebracht werden und umgekehrt.

Schrägrollen jeder Tragrolle beigegeben, um gleichsam einen fortlaufenden Trog, eine bewegliche Rinne zu schaffen, in welcher das Gut allerdings nicht floss, vielmehr ruhte und zusammengehalten wurde. Erst allmählich kam man zu der heute viel gebräuchlichen, einfachen Gestaltung der Gurtträger, welche aus einer (oder mehreren) mittleren wagerechten Rolle und zwei seitlichen schrägen Rollen bestehen, deren Neigungswinkel nach der Art und Menge des Gutes flacher oder steiler gewählt werden kann. Röhren (Abb. 445)[1]) wurden als leichte hohle Wellen und zur Ermöglichung der Innenschmierung sowohl als zur Herstellung eines einfachen Gestelles benutzt. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wurden an Stelle der letzteren Gusseisengestelle eingeführt, und so erlangte das Dreirollensystem eine Vollkommenheit, welcher der Gurtförderer seine schnelle Verbreitung zum nicht geringen Teile zu verdanken hat.

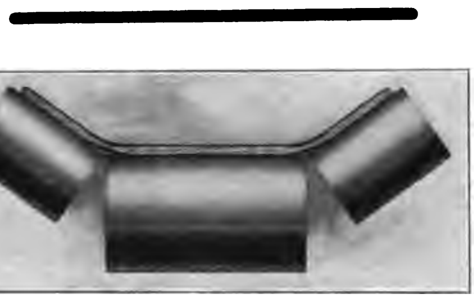


Abb. 446 u. 447. Ridgways Patentgurtförderer.

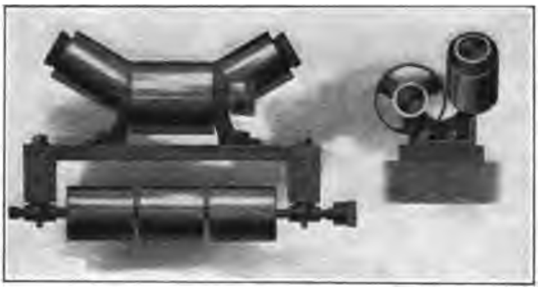


Abb. 448 u. 449. Holzgestell des Ridgway-Gurtförderers.

Nicht so schnell gelang die Vervollkommnung des Hauptelementes, des Gurtes selbst, und weit mehr an Zeit, Mühe und Kosten musste aufgewendet werden, um ihn dauerhaft und für die heutigen Verwendungszwecke geeignet zu machen. Zu den überaus zahlreichen vorhandenen Gurten ist in neuerer Zeit der von der John A. Mead Mfg. Co. in New York verwendete Ridgway-Patentgurt hinzugekommen, dessen Querschnitt nebst Tragrollen die Abb. 446 und 447 zeigen. Die mittleren und seitlichen Teile des Gurtes sind gleichmässig stark ausgebildet, während an den Biegungsstellen einige obere und untere Gewebeeinlagen

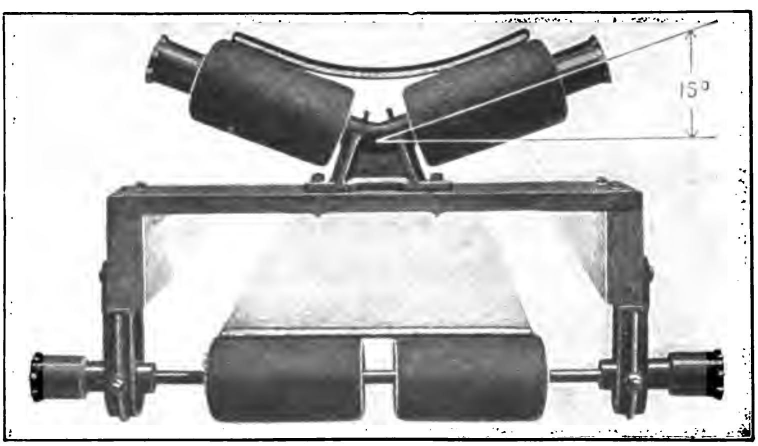


Abb. 450. Normales Link Belt Co.-Lager für Gurtbreite 300—450 mm.

fortgelassen sind und an ihre Stelle zähes und elastisches Gummideckmaterial gesetzt ist, so zwar, dass der Querschnitt durchweg die gleiche Dicke behält. Dadurch soll vor allem ein vollkommenes Anschmiegen an die Gurtrollen gewähr-

[1]) Vgl. Buhle, Welt der Technik 1907, S. 392.

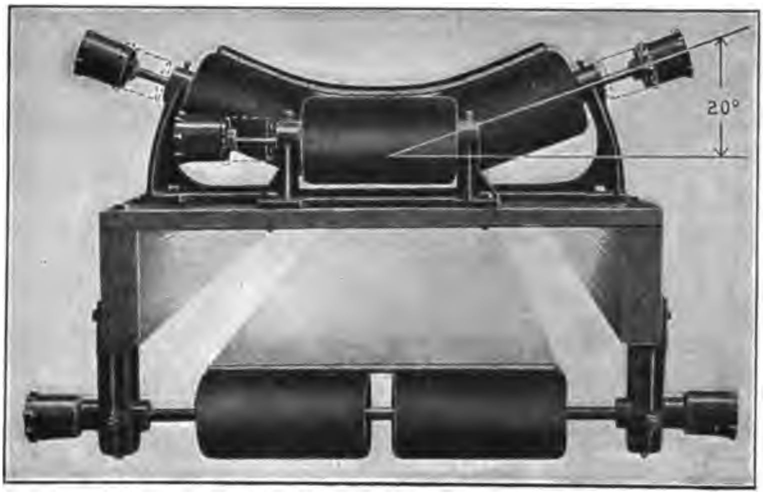


Abb. 451. Lager für Link Belt-Förderer ≧ 500 mm

leistet werden und zugleich eine erhöhte Haltbarkeit der Gurte erreicht sein. Die Entfernung der beiden Biegestellen kann wie die Dicke der zähen und elastischen Schicht an denselben bezw. auf der ganzen Oberfläche je nach dem Sonderzweck der Gurte bei deren Anfertigung grösser oder kleiner gemacht werden.

Auch die Gurtträgergestelle (Abb. 448 und 449) weichen in ihrer Bauart von den zuerst gebauten ab. Da mehr als $^3/_4$ des auf einem Gurt lastenden Fördergutgewichtes unmittelbar über den mittleren Tragrollen liegen und somit die schrägen Rollen nur verhältnismässig wenig belastet sind, so haben die ersteren einen grösseren Durchmesser erhalten als die das Aufbiegen der Gurtränder bewirkenden Seitenrollen. Letztere sind ausserdem mit den Mittelrollen nicht in eine Ebene gelegt, damit der Gurt in einem etwas weniger scharfen Winkel, d. h. milder, allmählicher aufgebogen wird, als es der Fall sein kann, wenn alle drei Rollen in derselben Ebene an dem Gestell angebracht sind. Ueber Gurtförderer der Link Belt Engineering Co. in Nicetown bei Philadelphia (Flachtrogförderer)[1]) vgl.



Abb. 452. Bandtransporteur für gebrochene Anthrazitkohle

[1]) Alle Gummigurte dieser Firma werden auf Verlangen an der Tragseite mit einer 1,5—3 mm starken, besonders widerstandsfähigen Gummischicht versehen. Die sogenannte „Solid woven Cotton-Gurte“ sind besonders witterungsbeständig und oberflächenhart. Bis zu einer Breite von 1370 mm werden sie auf Lager hergestellt, und zwar

In Stärke von		Mittlere Zerreissfestigkeit in lbs auf 1″ Breite (1000 lbs = 453,6 kg)	Gewicht für 1″ Breite bei 100′ Länge in lbs (1′ = 318,85 mm)
Zoll (1″ = 25,4 mm)	mm		
$^1/_4$	6,4	1300	10
$^3/_8$—$^7/_{16}$	9,5—11,1	2300	15
$^1/_2$—$^9/_{16}$	12,7—14,3	3000	20
$^5/_8$—$^{11}/_{16}$	15,9—17,5	nur auf Bestellung gefertigt	

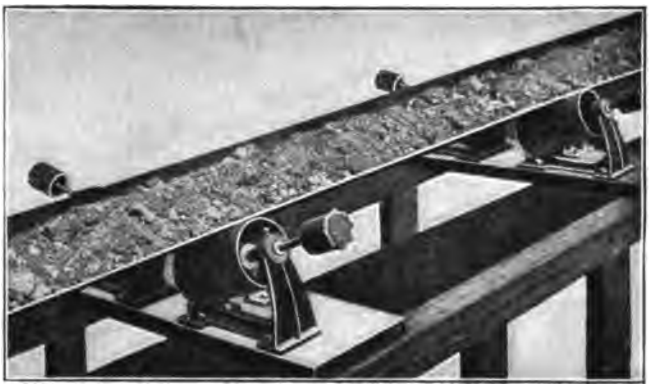


Abb. 453. Gurtförderer mit Asche.

T. H., III, S. 284 ff., und Abb. 450—455.[1]) — Zuweilen werden noch für den oberen Gurt Sicherheits- oder Führungsrollen senkrecht zu den Schrägrollen an ihrem oberen Ende angeordnet, und zwar entsprechend der Länge des Gurtes in Zwischenräumen von 9—15 m (Abb. 456).

A. Stotz in Stuttgart verwendet Hanfgurte mit seitlicher Ketteneinfassung (Führung, Antrieb, Ablenkung).



Abb. 454.

Abb. 454 u. 455. Kohlen- und Koksförder- und -lageranlage der South Jersey Gas, Electric & Traction Co. in Camden.

Die Gurtförderer erhalten ihren Antrieb durch eine Riemenscheibe am besten von der Seite her, nach der gefördert wird (d. h. tragendes Trum gezogen). Die Antriebtrommel besteht aus Gusseisen (auch wohl

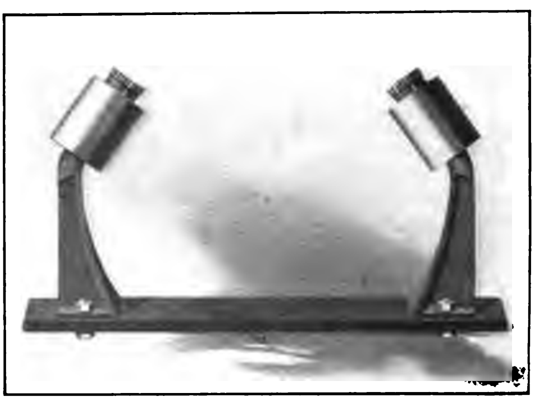


Abb. 456. Führungsrollen für Gurtförderer.

[1]) In Abb. 454 und 455 ist die Koksgewinnungsanlage der South Jersey Gas, Electric & Traction Co. in Camden, N. Y., dargestellt, in der die Kohle auf Hochbahnen in einen links sichtbaren Vorratsbehälter, Abb. 454, geschafft wird, während der Koks auf einem Gurtförderer der Link Belt Co. in den rechten Hochbehälter gelangt.

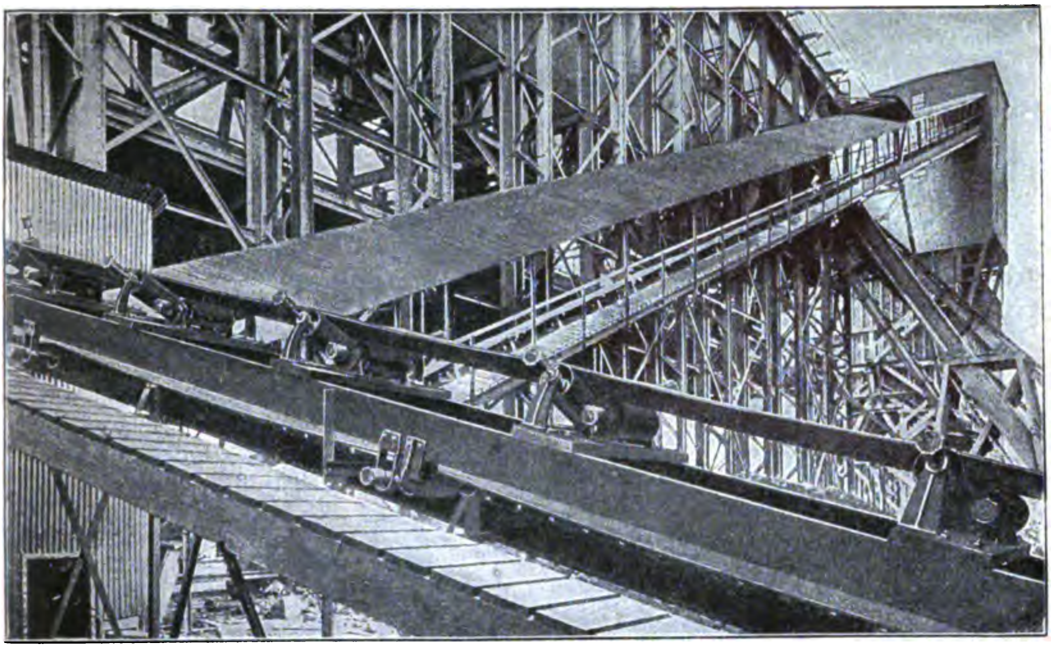


Abb. 455.

mit Holzbelag); die Endstation ist vielfach zugleich Spannvorrichtung (mittels Schraube oder Gewichts).

Nach Baumgartner [4] sind bei 4 m Rollenabstand am Tragtrum (für Getreide)

bei Gurtbreiten von $B =$	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0.7	0,8 m
die Spanngewichte $G =$	78,75	105	130	177	219	315	420	560 kg,

d. h. $G \sim 875\,B^2$. Wenn die Rollen enger stehen, kann die Gewichtsanspannung in demselben Verhältnis geringer sein, doch empfiehlt es sich, die Gewichte nach Bedarf vergrösserbar (Blei- oder Eisenplatten) einzurichten. Robins benutzt nur Spannlager mit Schrauben für Spannlängen von 300 bis 750 mm.

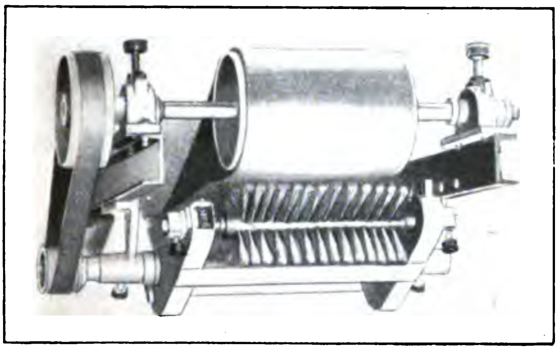


Abb. 457. Drehbürste zum Reinigen des Gurtes.

Bei grösseren Entfernungen sind Gurtförderer den Schnecken (s. d.) vorzuziehen wegen des wesentlich kleineren Arbeitsaufwandes (für wagerechte Gurte bei rund 30 m Länge und 50 t/st Leistung bei Korn 4,80 PS., bei Kohle u. s. w. 5.00 PS. [Schnecke 18,38 PS.]). Die tragenden Förderteile sind vom eigentlichen Laufwerk vollständig getrennt. Das Gut liegt ruhig; alle vorkommenden Reibungen sind rollende. Innige Berührung des Förderstoffes mit der Luft. Das Band

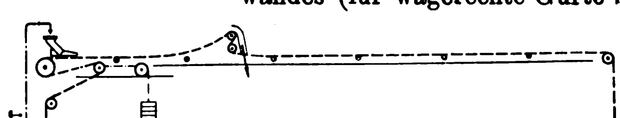


Abb. 465. Bandführung für Speicher u. s. w. (vgl. Abb. 637).

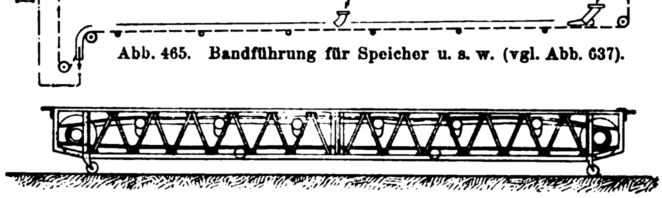
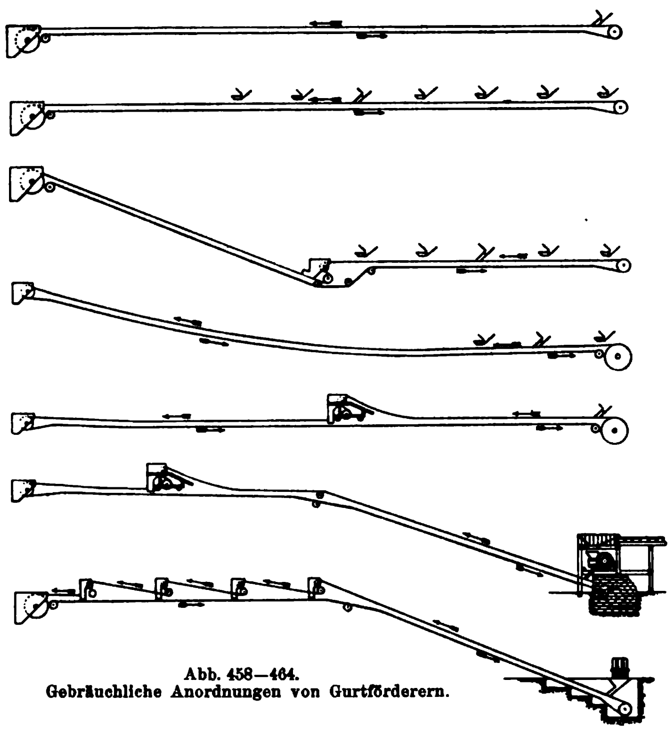


Abb. 466. Fahrbarer Gurtförderer.


Abb. 458—464.
Gebräuchliche Anordnungen von Gurtförderern.

reinigt sich selbst (für klebriges Gut Bürste am Abwurfende [Abb. 457]), und der Betrieb ist nahezu geräuschlos, der Raumbedarf gering. Aufgabe und Abwurf an beliebigen, auch an mehreren Stellen zugleich. Abb. 458—465 [5] zeigen die gebräuchlichsten Anordnungen. In Getreidespeichern (Abb. 465, vgl. a. Boden- u. Silospeicher) werden die Gurte vielfach auch um die Zellen herumgeführt (Glasers Annalen 1899, I, Taf. 3), so zwar, dass der untere Teil das austretende Getreide sammelt (Sammeltrum), der obere Teil die Schächte füllt (Verteilungstrum). Senkrechte Gurtteile in Aussparungen der Mauern. Fahrbare Gurtförderer zeigen die Abb. 466—469 [6]. Ueber umkehrbare Bänder s. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 324.

Geschwindigkeiten des Gurtes:

für leichtes Getreide, Kleie, Mehl	$v = 2{,}0$	m/sk	
„ schweres Getreide	$v = 2{,}5-3\,(5)$	„	
„ Kohle, bei durchweg wagerechtem Bande	$v = 2{,}3$	„	nach Robins
„ Kohle, bei geneigtem Bande bis zu . .	$v = 3{,}3\ (4{,}5)$	„	1,5—2,5 m/sk.
Sortierbänder (Lesebänder)	v bis 0,3	„	

Nach Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig [1]) [7]

---

[1]) Nach C. Scholtz in Hamburg-Barmbeck gilt nach Mitteilungen von Hache (Berg- und Hüttenmännische Rundschau 1907, S. 85) für die Arbeitsleistung in PS.:

a) für wagerechte Bänder

$$A = \frac{10\sqrt[3]{T}\cdot 0{,}8\sqrt{L+B}}{75};$$

b) für austeigende Bänder: $A = \frac{10\sqrt[3]{T}\cdot 0{,}8\sqrt{L+B}}{75} + \frac{T\cdot H}{270}$, worin bedeuten:

A = Arbeitsleistung in PS.,
B = Breite des Bandes,
T = Anzahl der in der Stunde zu befördernden t (à 1000 kg),
L = die Länge zwischen den Endscheiben in m,
H = die Höhe in m, um welche das Gut gehoben werden soll.

Zum Beispiel würde hiernach ein Band von 500 mm Breite, das 100 t Kohle stündlich 100 m weit befördern soll, einen Kraftaufwand erfordern von:

$$A = \frac{10\sqrt[3]{100}\cdot 0{,}8\sqrt{100+0{,}5}}{75}$$

$$A = \frac{10\cdot 4{,}64\cdot 0{,}8\cdot 10{,}02}{75}$$

$$A = \text{rund } 5 \text{ PS.}$$

Soll das Band die Kohle ansteigend noch um 5 m befördern, so würde die Kraftleistung etwa

$$5 + \frac{100\cdot 5}{270} = 6{,}85 = \text{rund } 7 \text{ PS.}$$

betragen. Für die Belastung des Transportbandes kann man nach Scholtz die Formel:

$$\tfrac{8}{10}B^2 = \text{cbm für den laufenden m}$$

zugrunde legen. Für die Berechnung der Bänder gibt Scholtz eine Belastung von 6—40 kg für den qm Riemenoberfläche an, je nachdem schweres oder leichtes Gut in Frage kommt.

und [8] ist die Leistungsfähigkeit eines flach arbeitenden Transportbandes bei gut gesichertem Betriebe, wenn bedeutet:

M die Förderung in cbm/st,

T die Fördermenge in t/st,

B die Bandbreite in m,

v die Bandgeschwindigkeit in m/sk ($v = 2-4$ für Getreide),

γ das spezifische Gewicht, bezogen auf Wasser (für schwere Frucht $\gamma \sim 0{,}75$, für leichte Frucht $\gamma \sim 0{,}6$),

$M = 200\,(0{,}9\,B - 0{,}05)^2 \cdot v$

oder

$T = 200\,(0{,}9B - 0{,}05)^2 \cdot v\gamma.$

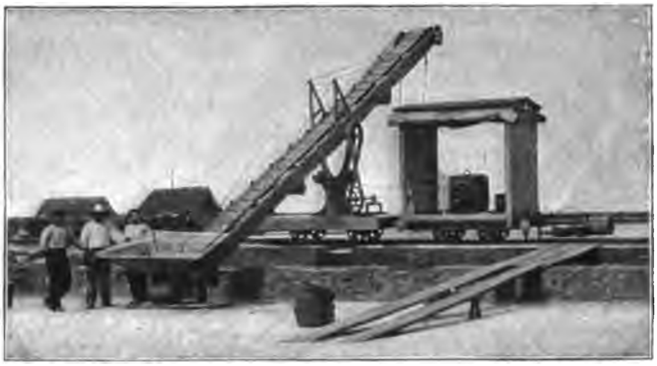


Abb. 467 u. 468. Salzband mit fahrbarem Motor von A.-G. vorm. Lahmeyer & Co in Frankfurt a. M.



Abb. 468.

Der Arbeitsbedarf ist abhängig von der Konstruktion der Rollen, der Lager, der Antriebe sowie des Bandes selbst, ferner von der Art der Bandführung, der tatsächlichen Förderhöhe und Förderlänge sowie von der Fördermenge. Bei guter Bauart und Ausführung ergibt sich bei den üblichen Gummi- oder Hanfbändern mittlerer Stärke und mittleren Gewichts der tatsächliche Arbeitsverbrauch erfahrungsgemäss zu:

$$A = \frac{T \cdot 1000 \cdot h}{3600 \cdot 75} + \sqrt{T}\,[0{,}04\,(1{,}3 + x) + 0{,}008\,\sqrt[3]{T}\,(0{,}07\,l + 0{,}03\,l_1)],$$

wobei unter Hinweis auf die obigen Bezeichnungen bedeuten:

A den Arbeitsbedarf in PS.,

h die tatsächliche Förderhöhe in m,



Abb. 469. Fahrbarer Gerüstgurt der Moctezuma Copper Co. in Mexiko.

l_1 die tatsächliche Förderlänge in m,
l die Gesamtlänge von Endrolle zu Endrolle in m, und
x die Anzahl der Ablenkrollen des Bandes ohne Antriebrolle.

Nach Baumgartner (Mühlen- und Speicherbau, Hannover 1906, S. 127) gilt für Getreideförderung: Leistung Q bei $v = 2$ m/sk

bei Gurtbreiten von	350	400	500	600	700	800 mm
von geraden Gurten	12,5	22,5	45,0	60	75	90 t/st
von Gurten mit gehobenen Rändern	17,5	25,0	47,5	75	85	100 „ .

Dabei ist der Arbeitsbedarf in PS. $\sim N = \frac{QL}{500}$, wenn L die Förderlänge in m, Q die Fördermenge in t/st bedeuten.

Zahlentafel 46. Gurtförderer für Getreide (Weizen und Roggen) nach Kapler in Berlin.

Gurtbreite in mm	250	300	350	400	450	500	550	600	650
Leistungen in t/st	10	15	20	25	30	40	55	75	100.

Für Gerste gilt das 0,8fache, für Hafer das 0,6fache.

Zahlentafel 47.
Gurtförderer für leichte Massengüter (Getreide u. s. w.) nach Zimmer.

Breite des Bandes	Geschwindigkeit und Fördermenge in t/st			Breite des Bandes	Geschwindigkeit und Fördermenge in t/st		
mm	2,286 m/sk	2,64 m/sk	3,05 m/sk	mm	2,286 m/sk	2,64 m/sk	3,05 m/sk
203	6	7	8	457	45	50	55
254	9	10	12	508	60	65	70
305	18	20	22	559	70	80	90
356	26	30	34	610	90	100	110
406	36	40	44				

Zahlentafel 48. Gurtförderer für schwere Massengüter (Kohle u. s. w.) nach Robins (Muth-Schmidt in Berlin, Fredenhagen in Offenbach).

Breite des Bandes mm	Geschwindigkeit m/sk	Fördermenge für Kohle t/st	Grösse der Kohle	Brems-PS. für 50 m lange wagerechte Gurtförderer
305		10— 35	Staub bis 50 mm-Würfel	1— 2
460		50—120	20 mm-Würfel bis 130 mm-Würfel	3— 6
610	1—3	125—250	25 „ „ „ 200 „ „	5—10
760		200—400	50 „ „ „ 250 „ „	7—14
915		300—900	50 „ „ „ 300 „ „	10—25

Grossartige Bandtransportanlagen sind in letzter Zeit für die mannigfaltigsten Zwecke ausgeführt, u. a. werden Gurtförderer z. B. auch bei der Goldgewinnung gebraucht. Nicht allein, dass die goldhaltigen, entsprechend zerkleinerten Rohstoffe sich für die Bandförderung gut eignen (Abb. 470 [das Band ist abgenommen]), auch die Abgänge werden auf Gurtförderern, die unter 23° ansteigen, über hohe Türme auf die Halden gestürzt (Abb. 471). Aehnliches gilt für die Anlagen, in denen eine Eisenerzanreicherung angestrebt wird, wie z. B. für die Edisonschen Werke in New Jersey, denen im Grunde die Ausbildung der Robins-Gurte für die Beförderung schwerer Rohstoffe überhaupt zu danken ist (vgl. T. H., I, S. 76 [Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 509]).

Für die United States Steel Corporation wird demnächst in ihren neuen Anlagen in Gary ein Hebezeug zur Bewegung von Kohlen[1]) und Koks

---

[1]) „Stahl und Eisen" 1907, S. 1820, bezw. „The Iron and Coal Trades Review", 20. September 1907, S. 1001.



Abb. 470. Gurtförderer für Goldwäschen (Krupp-Grusonwerk).

auf den Lagerplatz und Fortschaffung von demselben aufgestellt, das geeignet erscheint, die Vorurteile bezüglich Anlagekosten und Aktionsfähigkeit solcher mechanischen Stapeleinrichtungen für Weichkohle zu beseitigen.

Die **Hebemaschine** (Abb. 472 und 473) kann das zu befördernde Gut von irgendeiner Stelle des Stapelplatzes aufnehmen bei einer Breite desselben bis zu etwa 30 m und praktisch unbeschränkter Länge. Sie kann sowohl das Material aufstapeln bis zu einer Höhe von etwa 12 m, als auch es wieder vom Lagerhaufen in Eisenbahnwagen u. s. w. verbringen. Bei beiden Transportarten beträgt ihre Leistungsfähigkeit 6 t in der Minute. Die Kosten für die Bewegung von Kohlen und Koks stellen sich auf weniger als 9 ₰ für die t. Da die Maschine in ihrer Bauart sehr einfach gehalten ist, so sind die Anlage- und Unterhaltungskosten sehr gering. Sie verfährt auf einem Gleise von 5,5 m Spurweite, der Ausleger bestreicht eine Fläche von 17,2 m Radius. Die Greifeinrichtungen des Förderers (s. a. Kratzer und Haufenlager) erfassen und bringen alles in Greifweite liegende Material auf ein Transportband. Da die Hebemaschine die Vor- und Rückwärtsbewegungen mit eignen Motoren bewirkt, und da sowohl der Sammelförderer wie das Transportband radial um die Mitte der Maschine schwingen können, so kann Kohle an jeder Stelle des Stapelraumes aufgenommen und an einer beliebigen Stelle innerhalb der Reichweite des Transportförderbandes wieder abgeladen werden. Die dadurch ermöglichten verschiedenartigen Bewegungen machen das Hebe-



Abb. 471. Gurtförderer mit Türmen für Haldenbeschickung.

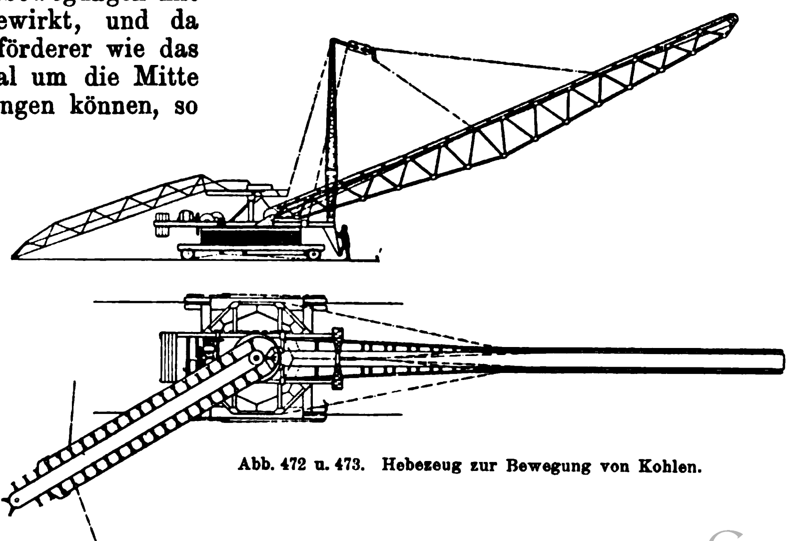


Abb. 472 u. 473. Hebezeug zur Bewegung von Kohlen.

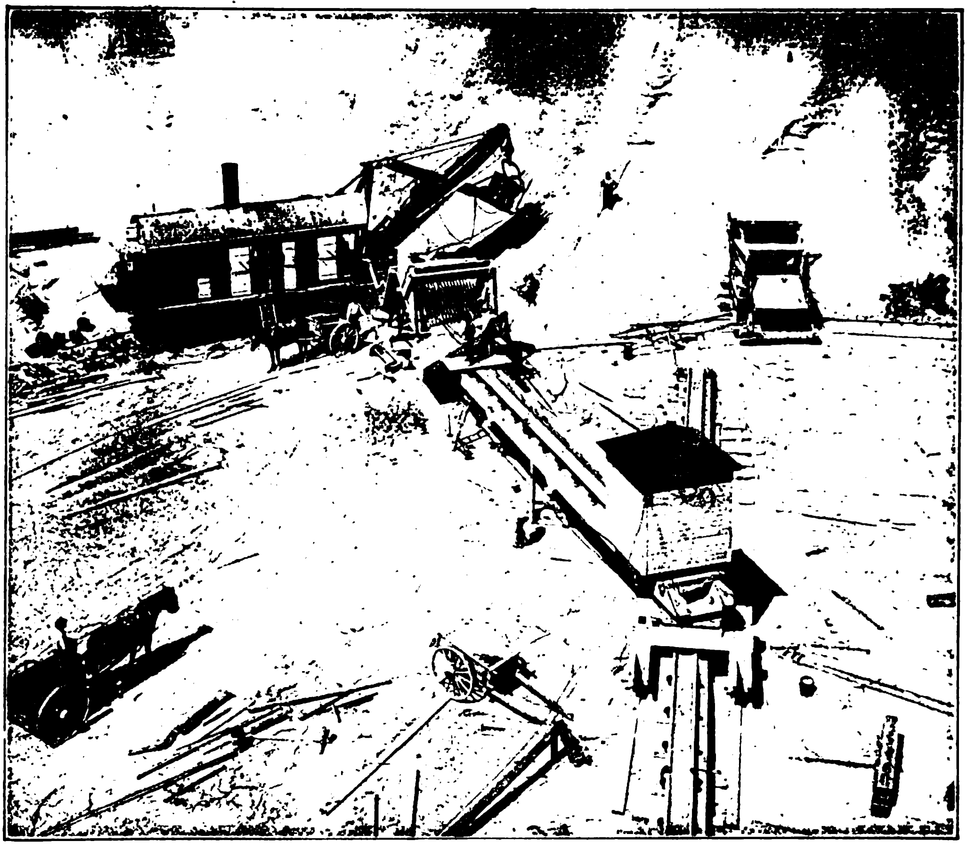


Abb. 474. Kiesgewinnungsanlage in Roslyn, Long Island, N. Y., mit Dampfschaufeln und schwenkbaren Robinsbändern.

zeug für schnelle Ent- und Beladungen besonders geeignet. Ueber drehbar (schwenkbar) gelagerte Gurtförderer vgl. a. T. H., III, S. 66 und 237 (Mülltransport New York, s. unten [Müllbeseitigung]), desgl. Welt der Technik 1907, S. 440; ferner daselbst Textblatt von Nr. 19, Schwenkförderer beim Bergbaubetriebe in Verbindung mit einer Dampfschaufel (s. a. Abb. 474, T. H., I, S. 99, bezw. Zentralbl. d. Bauverw. 1900, S. 358 ff.) bezw. Gurtförderer-Kreisbahnkran mit 600 t/st Leistung.

Nach Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig gilt ferner für Sack- und Ballentransporteure (s. unten) [8] und Steigbänder (s. unten) [9]: Breite der Bänder je nach Höhe der Säcke 550—650 mm, bei Ballen 700—1000 mm; Geschwindigkeit des Bandes 0,5—1,5 (2,0) m/sk. Bedeutet

v die Geschwindigkeit in m/sk,

a den Abstand der einzelnen Säcke auf dem Bande,

so ergibt sich die Stückzahl der stündlich beförderten Säcke zu

$$S = \frac{3600\,v}{a}.$$

Bedeutet ferner

h die tatsächliche Förderhöhe in m,

l die tatsächliche Förderlänge in m,

q das Gewicht des einzelnen Sackes in kg,

so beträgt erfahrungsgemäss der Arbeitsbedarf in PS. bei gut konstruierten Transporteuren etwa

$$A = \frac{q\,v}{75\,a}(f\,l + h),$$

wobei $f = 0{,}08—0{,}15$, je nach Güte der Ausführung, ist.

Abstand der Unterstützungsrollen $\lesssim 0{,}5\ (0{,}75)$ m.





Abb. 475 u. 476. Ballenförderer von Unruh & Liebig in Leipzig (Packhaus der A.-G. „Wilhelminaveem" in Amsterdam).

Die in Abb. 475 und 476 veranschaulichte Anlage[1]) besteht in der Hauptsache aus zwei unabhängig voneinander angetriebenen, 940 bezw. 1000 mm breiten Gurtförderern (Balatagurte). Der vordere 6,92 m lange Transporteur ist einerseits senk-



Abb. 477. Gurtförderer für Gepäck auf dem Hamburger Hauptbahnhof (Unruh & Liebig in Leipzig). Vgl. Abb. 501.

recht drehbar gelagert und hängt anderseits (durch Gegengewichte ausgeglichen) an einer durch eine Winde zu betätigenden Kette. Abb. 475 lässt den durch eine Rollwand verschliessbaren 4 m breiten Gebäudeschlitz, in dem der Ballenförderer

[1]) Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 667 ff.

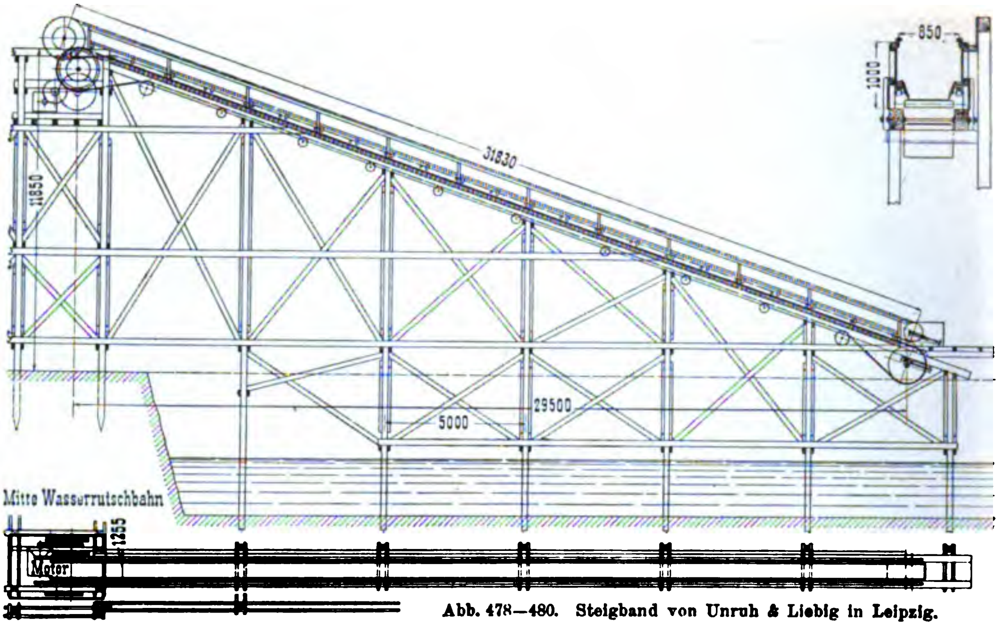


Abb. 478—480. Steigband von Unruh & Liebig in Leipzig.



Abb. 481. Steintransport beim Bau einer Untergrundbahn.

angeordnet ist, gut erkennen. Der Motor des ersten Gurtförderers (Geschwindigkeit 0,5 m/sk) leistet 5 PS. bei 700 Uml./min, der Motor für das hintere Band (Geschwindigkeit 1 m/sk) 16 PS. bei 800 Uml./min. Die Spannvorrichtungen sitzen am unteren Teil des Gurtförderers. An mehreren Stellen sowie im fünften Stock sind entsprechend den Speicherstockwerken Abstreicher (Abb. 476) vorgesehen, die, je nachdem sie ein- oder ausgerückt sind, die Transporthöhe und damit zugleich die Transportlänge sowie die Belastung des Bandes



Abb. 482. Selbsttätiger Ablader zum Verteilen von Kalksteinen in Oefen (Muth-Schmidt in Berlin).



Abb. 483. Beförderung des am Eisernen Tor aus der Donau gebaggerten Materials (1200 t/st).

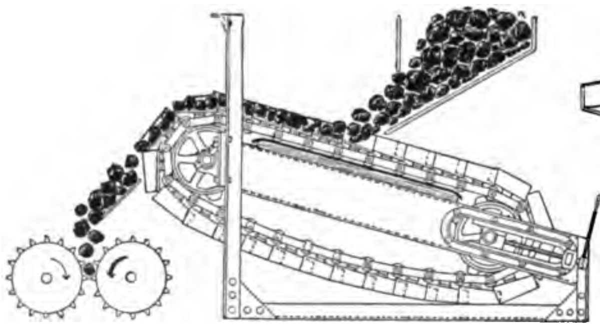
festlegen (grösste Einzellast 150 kg). Sollen die Waren nach dem hinteren Teil des Lagerhauses befördert werden, so gleiten sie über die obere Rolle auf eine Rutsche und von da in die einzelnen Speicherluken. Die Neigung des festen Bandes beträgt 20°, d. i. ein Winkel, der sich durch Versuche als am



Abb. 484. Lesegurt in einer Erzmine.

günstigsten für die eigenartige Abwurfvorrichtung herausgestellt hat. Das Band leistet 50—60 t/st.

Bekanntlich werden in ähnlicher Weise vielfach auch die Menschen am Ende der Steigbänder in Warenhäusern u. s. w. abgestreift [9]. Auf dem Hamburger Hauptbahnhof ist eine Gepäcktransportanlage (Abb. 477) gebaut, bei der sogar eine Wendestation (s. Rollenförderer) zur Uebergabe des Gepäckes von den Steigbändern auf ein rechtwinklig dazu liegendes wagerechtes Band vorgesehen ist. Auch für Leipzig wird etwas Aehnliches geplant; vgl. [10].



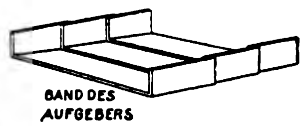


Abb. 485 u. 486. Aufgeber und Stahlband desselben.

Solche Steigbänder finden als Ersatz für Treppen unter gewissen Umständen neuerdings auch in Europa Anklang (Bahnhöfe der Hoch- und Tiefbahnen). In dem im Vergleich zur Gesamtausstellung löblich klein gehaltenen Vergnügungsteil der Düsseldorfer Ausstellung vom Jahre 1902 war zu diesem Beförderungsmittel gegriffen worden, das sonst im allgemeinen bis dahin nur für Massengüter, wie Getreide, Kohle, Erz u. s. w., angewendet war. Für die Wasserrutschbahn hatten Unruh & Liebig in Leipzig ein solches Steigband (Abb. 478—480) geliefert, das dem vorübergehenden Zweck entsprechend gebaut war und dem Umstande Rechnung trug, dass es gegen Witterungseinflüsse nicht geschützt werden konnte. Deshalb war statt eines Ledergurtes ein Balatagurt genommen, und die Tragrollen waren so eng gesetzt, dass der Fuss den Uebergang über die einzelnen Rollen nicht mehr fühlte. — Der Antrieb erfolgte nicht durch Schnecke und Schneckenrad, sondern durch Zahnradvorgelege, und deshalb war ein Sperrwerk angeordnet, das den Rücklauf des Bandes auf alle Fälle verhinderte. — Bis zu welchen Abmessungen und Leistungen es die Gurtförderer bereits gebracht haben, erhellt am besten aus den Abb. 481—483 (vgl. a. Abb. 484); bei den Baggerarbeiten am Eisernen Tor haben die dort verwendeten Robins-Gurtförderer zeitweise über 1200 t/st bewältigt.

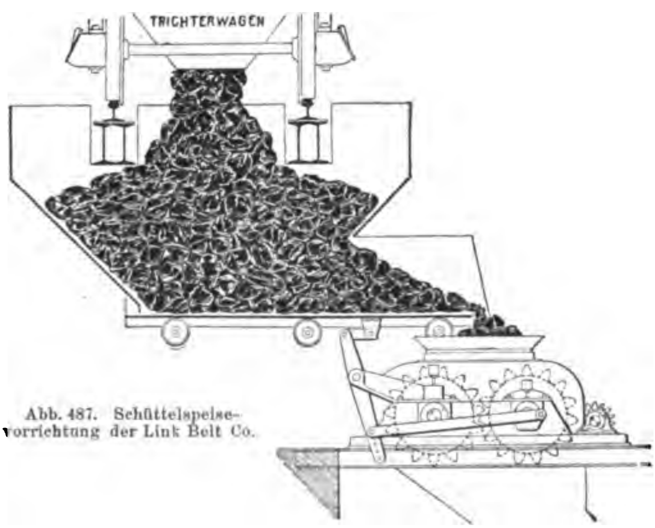


Abb. 487. Schüttelspeisevorrichtung der Link Belt Co.

Für harte, grobstückige Massengüter [10] und grosse Mengen (gewisse Lesebänder) kommen statt der Hanfgurte ausser den Robins-Gurten (Abb. 484) mit verstärkter Gummischicht vielfach Stahltransportbänder (Abb. 485 und 486) [11] oder Pfannen- bezw. Plattentransporteure zur Verwendung, bei denen eine Anzahl Platten zu einer endlosen Kette vereinigt sind. Abwurf bei wagerechten



Abb. 488. Zweiwalzen-(Hartguss-)Brecher (gekapselt).



Abb. 489. Zweiwalzen-(Hartguss-)Brecher (offen).

oder bis zu 15° gegen die Wagerechte geneigten Bändern am Endumführungsrade (~ Kettenrostfeuerung von Babcock & Wilcox) (s. Kesselhäuser) [12] oder durch fahrbare Abstreicher [11], bei schrägen Transportbändern (15—45° [60°]) nur bei Endumführung wegen der besonderen Tragplattenform (Rücken- und Seitenplatten winkelrecht zu den Tragplatten), die ein Rutschen des Gutes verhindert. Der sich aus der Ueberwindung der Reibungswiderstände (rund $^1/_{30}$ des Gewichtes des bewegten Bandes einschliesslich der darauf befindlichen Fördermenge) und der Arbeit für das Heben des Gutes zusammensetzende Arbeitsaufwand ist klein, da an den Gelenkbolzen der Kettenglieder Hartgussrollen mit Dauerschmierung (Schwämme in der hohlen Nabe) sitzen, die auf den



Abb. 490. 20pferdiger Brecher mit Stahlgusszähnen (offen).



Abb. 491. 20pferdiger Brecher mit Stahlzähnen (gekapselt).

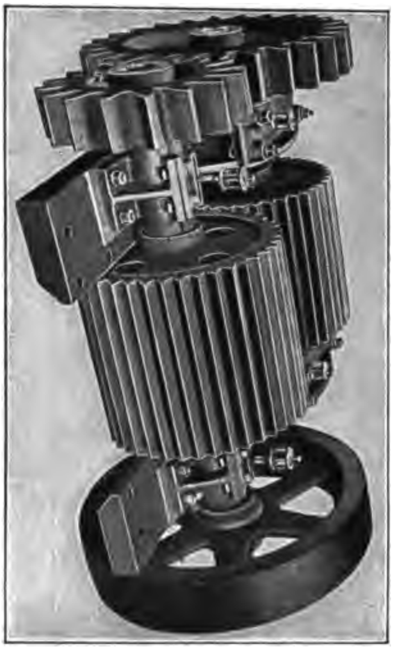


Abb. 493. Feinkornwalzenbrecher.

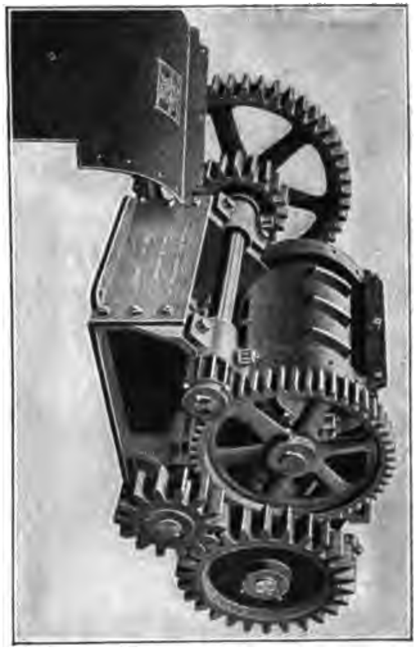


Abb. 492. Dreiwalzenbrecher.

Voll- und Leerseiten auf Stahlschienen laufen. Die Anlagekosten sind etwas grösser als bei Gurtförderern, aber auch die Dauer ist vielfach grösser. Diese Bänder können auch in einem Teil wagerecht, im andern geneigt geführt werden (∫-Form) [13]; beim Richtungswechsel Druckschienen. Breite des Bandes 0,75 bis 1 m, Geschwindigkeit 0,25—0,4 m, stündliche Leistung bis 150 t Kohle. Betrieb rauh (Aufbereitungsanlagen, Schlacken- und Aschentransport); Antrieb kräftig und reichlich zu bemessen. Rechnerisch lässt sich die Beanspruchung der Ketten selten genau bestimmen (Stauungen, Klemmungen u. s. w.).

Zum Schluss sei hier kurz noch eingegangen auf die Zerkleinerungsmaschinen (Brecher), die — wie bereits erwähnt — manches Gut erst für den

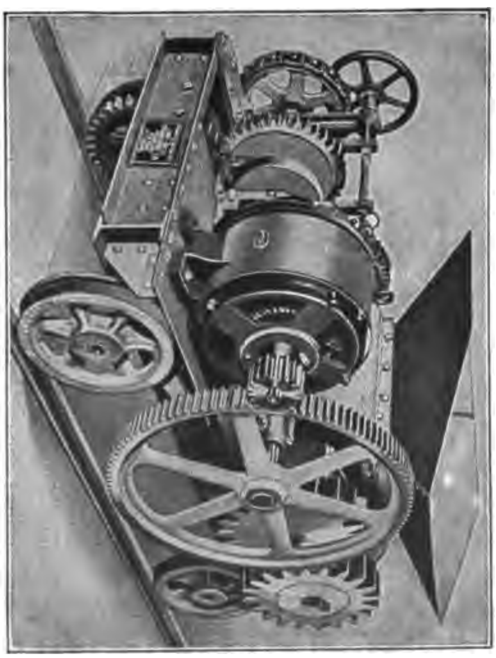


Abb. 495. Fahrbarer Walzenbrecher.

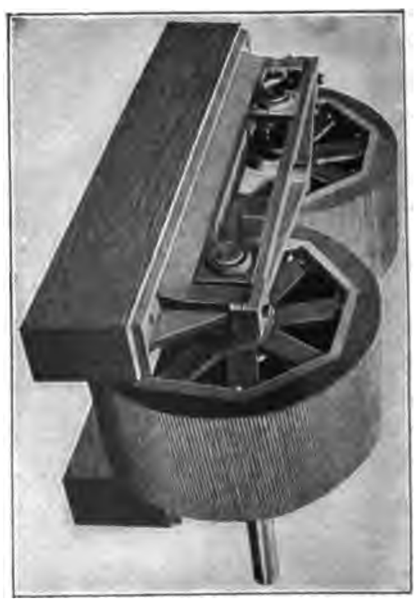


Abb. 494. Feinkornwalzenbrecher.

Gurttransport vorbereiten müssen;[1]) vgl. a. Konveyor. — Die Leistung eines Brechers hängt ab von dem Bruchgut und dem Grad der Zerkleinerung; dabei empfiehlt sich eine gleichförmige Speisung der Brecherwalzen und die Entfernung der staubförmigen bezw. feinkörnigen Stücke durch geeignete Zuführung des Materials über feste oder bewegte Siebe. Man kann hauptsächlich zwei Arten von Zuführungsvorrichtungen unterscheiden: Abb. 485 zeigt einen Speisungsapparat, bei dem dem Brecher ein ununterbrochener gleichförmiger Strom zufliesst, während Abb. 487 eine Zuführung veranschaulicht, bei der ein unter einem Gleis befindlicher, auf Rollen gelagerter Trichter durch die Brecherwalzen selbst vor- und rückwärts bewegt wird. — Brecher, die nach Art der in Abb. 488 und 489 abgebildeten mit zwei Walzen ausgestattet sind, liefern im Durchschnitt bei einem Durchmesser von

445 mm und einer Länge von 628 mm etwa 30 t/st (5 PS.)
732 „ „ „ „ „ 628 „ „ 40—50 „ (6—10 „)
732 „ „ „ „ „ 942 „ „ 70 „ (10—15 „).

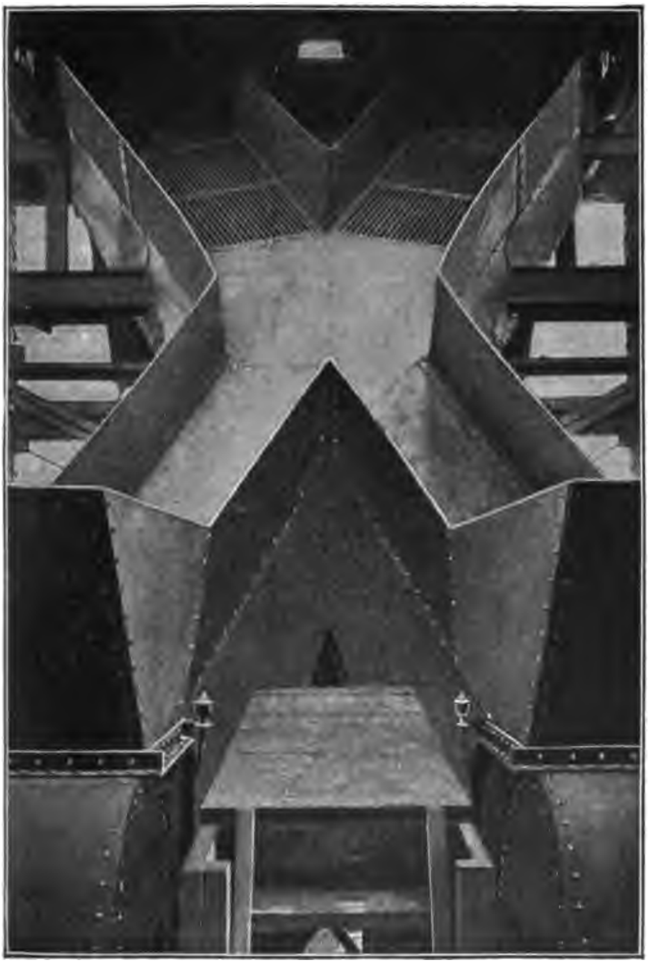


Abb. 496. Siebspeisevorrichtung für Kohlenwalzenbrecher.

Brecher nach Abb. 490 und 491 liefern bei einem Durchmesser bezw. einer Länge der Walzen von 737 mm bezw. 813 mm rund 90 t bei einem Verbrauch von 20 PS. Drei Walzen sind verwendet bei der Bauart Abb. 492, die 40 t/st mit 15 PS. liefert. Für feineren und sehr feinen Bruch dienen Walzen, wie sie die Abb. 493 und 494 darstellen. Unter Umständen werden die Brecher auch fahrbar gemacht (Abb. 495), und zwar empfiehlt es sich dann, den Antriebsmotor für die Walzen auch für die Eigenbewegung des Wagens durch Umschalter, Kupplungen oder dgl. nutzbar zu machen.

In welcher Weise man die als Schurren ausgebildeten Zuführungsrinnen zu den Brecherwalzen zweckmässig als Siebe gestaltet, ist aus Abb. 496 ersichtlich, die eine Kohlenspeisevorrichtung für zwei für die bereits obenerwähnte Anlage der Maryland Steel Co. in Sparrow's Point, Md., ausgeführte Zweiwalzenbrecher (1200 × 900 mm) zeigt.

Literatur: [1] Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 87 ff. und S. 1389 ff., bezw. T. H., Berlin 1901, I, S. 16, 54, 72, 102 und 106 ff.; Berlin 1904, II, S. 13 ff.; Ders., Glasers Annalen 1898, II, S. 48, bezw. Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 51, sowie Taf. II, IV und IX; Ders., „Hütte", 19. Aufl., Berlin 1905, I, S. 1245 ff.; desgl. 20. Aufl.;

[1]) Vgl. hierzu Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorgung 1906, Nr. 6, Kohlenbrecher (D.R.P.) von C. Eitle, Stuttgart.

Ders., Welt der Technik 1907, S. 391 und 439 ff.; Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1901 ff.; Ders., Erzbergbau 1908. — [2] Ders., T. H., Berlin 1906, III, S. 125 ff. — [3] Ders., „Stahl und Eisen" 1904, S. 246 ff., bezw. T. H., Berlin 1906, III, S. 107 ff. (Ridgeway); Engin. News 1904, S. 578 (Doppelgurt); Elektr. Bahnen und Betriebe 1904, S. 142 (Link-Belt-Flachtrogförderer). — [4] Baumgartner, Handbuch des Mühlenbaues und der Müllerei, Berlin 1902, Bd. 1, 2. Teil, S. 784 ff. — [5] Buhle, Zentralbl d. Bauverw. 1900, S. 358 ff., und 1902, S. 245 ff., bezw. T. H., I, S. 96 ff., und II, S. 35 ff. — [6] Ders., Deutsche Bauztg. 1904, S. 547, bezw. T. H., Berlin 1906, III, S. 10, und Glasers Annalen 1903, II, S. 219 ff., bezw. T. H., II, S. 61 ff.; ferner Dinglers Polyt. Journ. 1906, S. 273, und Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1901 ff. — [7] Fischer, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1891, S. 1014 ff. — [8] Buhle, ebend. 1899, S. 88 ff.; 1906, S. 6 ff. — [9] Ebend. 1893, S. 1352 ff.; 1901, S. 1349 ff.; 1903, S. 1425; 1906, S. 307; sowie Dinglers Polyt. Journ. 1907, S. 595 ff. (Menschenbeförderung). — [10] Ebend. 1901, S. 1293, und 1906, S. 21 ff. (T. H., III, S. 155 ff.), sowie 1906, S. 667, und 1907, S. 1067 und 1901; ferner Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 131 ff., sowie Elektr. Bahnen und Betriebe 1906, S. 6 ff. (Gepäck auf Bahnhöfen, Landungsstegen u. s. w.). — [11] Buhle, Glasers Annalen 1898, II, S. 70, bezw. Ders., Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 57; Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1470 ff., bezw. T. H., II, S. 48 ff.; ferner Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1406, und Dinglers Polyt. Journ. 1905, S. 693 ff.; Elektr. Bahnen und Betriebe 1904, S. 141 ff., bezw. 1906, S. 429 ff. (T. H., III, S. 283 ff.), s. daselbst auch Brecher, Walzen u. s. w.; ferner Selbsttätige Feuerungen, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 59 (vgl. a. T. H., III, S. 162); Dinglers Polyt. Journ. 1905, S. 693, und 1907, S. 275; „Stahl und Eisen" 1907, S. 279 und 350 u. s. w. — [12] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1523, bezw. T. H., III, S. 162 ff. — [13] Buhle, „Stahl und Eisen" 1905, S. 1046 ff., bezw. T. H., III, S. 109 ff.

3. **Rollenförderer** (Rollgänge, Rollbahnen, Rollentransporteure) und **Stufenbahnen**; vgl. a. Massentransport.

Rollenförderer eignen sich namentlich für langgestreckte Sammelkörper, wie Walzeisen aller Art, Schienen, Träger, Bleche u. s. w. in den Walzwerken, z. B. [1]; Stämme, Bretter, Holzabfälle (Schwarten) u. dergl. in den Sägemühlen und auf Verladeplätzen, in Tischlereien u. s. w. [2] (s. a. Luftseilbahnen und Hochbahnkrane); aber auch für Wendestationen von Gepäcktransportanlagen (Bahnhöfe, Posthöfe, Häfen) für Gepäckstücke, Kisten, Ballen u. s. w. [3]. — Bei einigen Stufenbahnen sind diese langen Körper Schienen von Plattformen oder Wagengestellen [4]. Für sich durch Zahnräder, Seiltriebe oder kleine Motoren angetriebene ortsfeste oder fortschreitend bewegliche Unterstützungsrollen bezw. Räder wälzen das Gut bezw. die Bühnenschienen vorwärts.

Namentlich in Schweden und in den Vereinigten Staaten werden zum Transport von Langholz nach den Konstruktionen von Bolinder bezw. der Allis Co. in Milwaukee Maschinen dieser Art viel gebraucht. Die Abb. 497—499 stellen einen Bolinder-Förderer dar [5]; Abb. 497 zeigt einen Elevator (s. d. [Paternosterwerk]), der die Bretter oder Bohlen hebt und sie auf die (mit Hilfe eines in der Mitte der Strecke befindlichen Motors) durch Kegelräderpaare (3 : 1) einzeln angetriebenen Rollen *A* wirft. Die gusseisernen, etwa 1,5 m voneinander entfernten Rollen haben einen Durchmesser von etwa 250 mm und eine Länge von rund 0,75 m. Die Bretter bewegen sich in einer Art Trog mit 0,5—0,75 m/sk Geschwindigkeit bei 60—80 Uml./min der Rollen. Selbstverständlich müssen die zu bewegenden Hölzer über 3 m lang sein, um niemals auf weniger als auf zwei

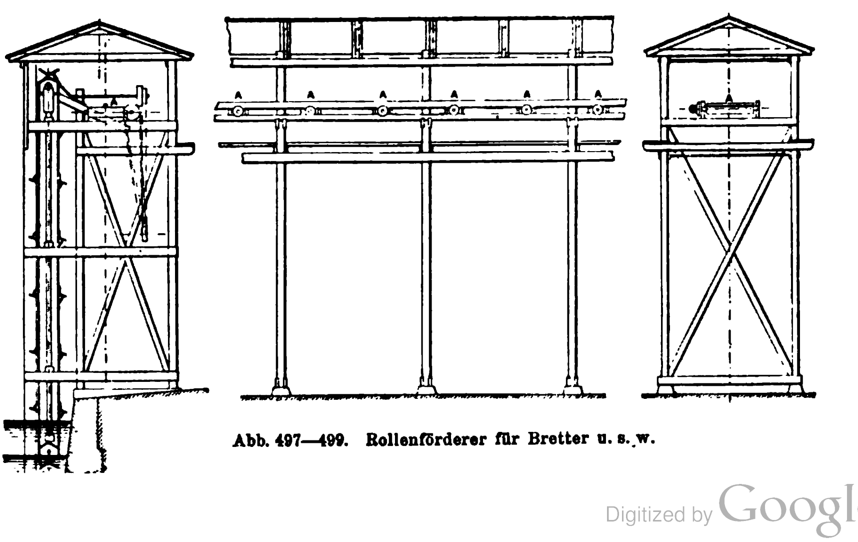


Abb. 497—499. Rollenförderer für Bretter u. s. w.



Abb. 500. Rollenförderer für Holzverladung (gebaut von J. Pohlig, A.-G., in Cöln).

Rollen zu ruhen. Auch in nicht zu stark gekrümmten Kurven lassen sich diese Förderer mit Erfolg verwenden. Für etwa 150 m reicht ein 5pferdiger Elektromotor aus.

In diese Gruppe gehört auch die Brettertransportanlage, die auf den Vorschlag des Zivilingenieurs A. Fröhlich in Cöln von J. Pohlig, A.-G., in Cöln für die Firma A. H. Dülken & Co., G. m. b. H., in Porz bei Cöln ausgeführt worden ist (Abb. 500). Es handelt sich darum, Bretter vom Schiffe in die Fabrik zu befördern, ohne den Verkehr einer dazwischen befindlichen Strasse zu beeinträchtigen. Es ist hierfür eine darum zum Teil in einen Tunnel verlegte Rollenbahn verwendet, bestehend aus festgelagerten Rollen, die durch einen stetig arbeitenden Kreisseilbetrieb in ständiger Bewegung gehalten werden und auf welche die Bretter im Schiff aufgelegt und dann ohne weitere Handarbeit bis an die Fabrik befördert und hier abgeworfen werden. Die Rollen sind in einem Abstande von 2 m angeordnet, so dass auch kurze Bretter immer noch zwei Rollen gleichzeitig berühren, ohne dass ein Liegenbleiben möglich wäre. Die Bretter können dabei beliebig aufeinander geworfen werden, und die Leistung des Transporteurs ist fast unbeschränkt (30—60 cbm/st) und nur abhängig von der Geschwindigkeit, mit der die Arbeiter die Bretter im Schiffe aufnehmen und auf die Rollenbahn bringen. Der Kraftverbrauch beträgt kaum 6 PS. Die Lagerung der Rollen ist zum Teil auf festen Fundamenten durchgeführt, auf dem andern Teile sind die Rollen dagegen auf einem Brückenträger gelagert, der durch Schrauben gehoben und gesenkt werden kann, um sich den verschiedenen Wasserständen anzupassen, und dessen vorderer Teil aufklappbar ist, um ausser Betrieb einen freien Verkehr der Schiffe zu ermöglichen. Auch die durch ihre Propellerrinnen bekannte Firma H. Marcus in Cöln (s. Förderrinne) hat einen derartigen Transporteur für dasselbe Dampfsägewerk geliefert.



Abb. 501. Rollenförderer an der Wendestation der Gepäckbeförderungsanlage auf dem Hamburger Hauptbahnhof (Unruh & Liebig in Leipzig); vgl. Abb. 477.

Die in Abb. 501 wiedergegebene Wendestation der Gepäckbeförderungsanlage auf dem Hamburger Hauptbahnhof (vgl. Abb. 477) hat sich ausgezeichnet bewährt. Sie besteht aus einer Anzahl konischer

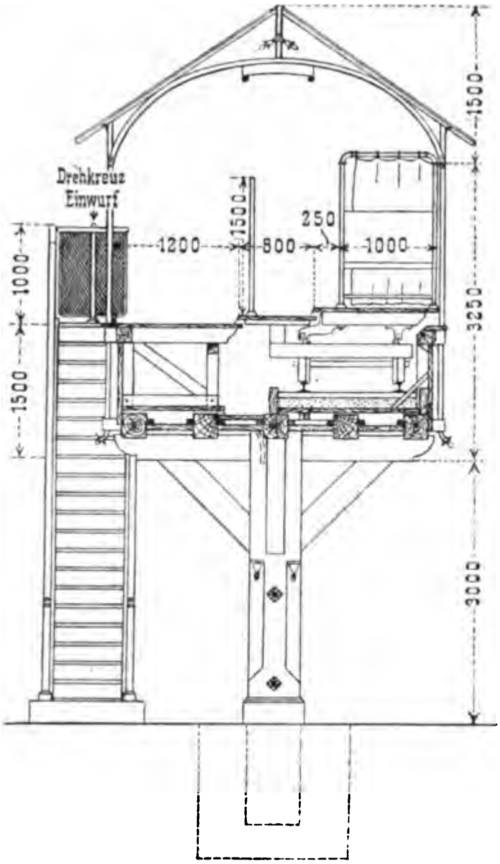


Abb. 502. Stufenbahn.

Rollen [3], die einzeln angetrieben werden und die Gepäckstücke um 90° drehen. Die Rollen (von 220 mm mittlerem Durchmesser) liegen mit ihrer oberen Fläche in einer wagerechten Ebene und werden, da Zahnräder vermieden werden sollten, auf Verlangen der Kgl. Eisenbahndirektion Altona einzeln durch je einen Pittler-Motor angetrieben. — Was endlich die stetige (verschieden schnelle) Beförderung von Menschen mit Hilfe von Stufenbahnen anlangt, so sei unter Hinweis auf Abb. 502, die ohne Erläuterung verständlich sein dürfte (die erste Plattform ruht auf den Achsen der Fahrgestelle, während die zweite, sich rascher bewegende Bühne sich auf den Umfängen der Räder „abwälzt"), auf [4] verwiesen.

Literatur: [1] Elektr. Kraftbetrieb und Bahnen 1906, S. 592 ff.; 1907, S. 405; „Stahl und Eisen" 1907, Taf. X u. s. w. — [2] Buhle, T. H., III, S. 67 bezw. S. 225 (Zeitschr. f. Arch. und Ing. 1905, S. 419 ff., bezw. Deutsche Bauztg. 1906, S. 282). — [3] Ders., T. H., III, S. 302 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 667); Heller, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1067; Dinglers Polyt. Journ. 1907, S. 243 ff. — [4] Buhle, T. H., I, S. 32 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 260); Kollmann, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 935; G. Meyer, Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaues, Bd. 4, Berlin 1892, S. 233 ff. — [5] Zimmer, Excerpt. Minutes of Proc. Inst. Civ. Eng., Bd. 153 1902/03, S. 47 ff.

4. **Förderrinne** (Schüttelrinne, Wippe, Schwinge), gebräuchlicher Ausdruck a) für Schwingförderrinne, b) für Propellerrinne, c) für Schubförderrinne. Im übrigen vgl. a. Massentransport und [1].

a) Schwingförderrinnen (Abb. 503 und 504) sind auf Pendeln (Holz- oder Rohrfedern, Metallstangen u. s. w.) wagerecht oder bis zu 15 % geneigt auf dem Boden gelagerte oder an Decken (Abb. 505) oder Wände gehängte, je nach Belastung und Beschickungsweise der Rinne, Temperatur und Feuchtigkeit des Raumes u. s. w. aus Schwarzblech, verzinktem Blech, Kupferblech, Holz, Porzellan u. s. w. hergestellte Tröge, die von einem Kurbelgetriebe eine schwingende Bewegung erhalten, wobei das pulverförmige, sandige, grob- oder feinkörnige, lang- oder kurzstückige, wollige oder faserige Fördergut unter grösster Schonung immer in derselben Richtung vorwärts geworfen wird. Bei diesen Rinnen wird die Veränderlichkeit des Auflagerdruckes und damit des Gleitwiderstandes des Fördergutes beim raschen Auf- und Niederschwingen für die Förderung ausgenutzt. Einlauf und Auslauf (am Ende oder durch Oeffnung im Trogboden) beliebig, auch an mehreren Stellen zugleich (Schieber oder Zungenklappen). — Lange Rinnen werden in der Mitte geteilt und mit mehreren (zwei bis vier) entgegengesetzt stehenden Kurbeln angetrieben,

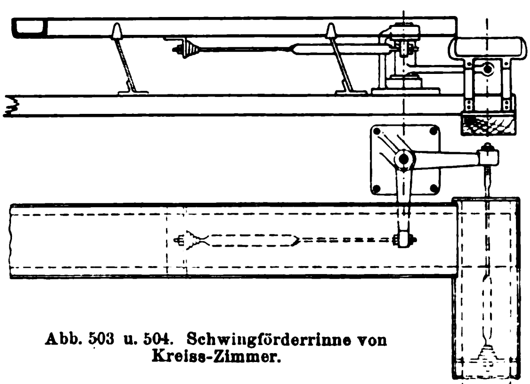


Abb. 503 u. 504. Schwingförderrinne von Kreiss-Zimmer.

wodurch Ausgleich erzielt und Erschütterungen vermieden werden. Kühl- und Trockenvorgänge sind mit der Förderung leicht zu verbinden. Stockwerkrinnen sind bei Platzmangel sowie zum Reinigen und Sortieren des Gutes (Siebe) zu empfehlen. Diese Rinnen werden in einer Länge bis zu 15 m und bis zu 610 mm Breite hergestellt. Für grössere Längen und für grössere Leistungen Ausgleich (Ausbalancierung) nötig durch Teilung: Eine ∼ 30 mm höher gelegene Rinne arbeitet in eine andre, mit um 180° versetzter Kurbel oder Seitenförderung (nach Abb. 503 und 504).

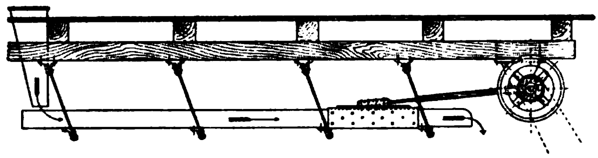


Abb. 505. Hängende Förderrinne von Gebr. Commichau in Magdeburg.

Der Hub beträgt bei den Rinnen von Kreiss bezw. bei den Ausgleichrinnen (Patent Zimmer in London) 25—30 mm, die minutliche Umlaufzahl 300—350 (letztere für geneigte Rinnen). Der Arbeitsaufwand schwankt zwischen $^{1}/_{200}$ und $^{1}/_{30}$ PS. für die m-t-st; bei längeren und breiteren (also mehr leistenden) Rinnen ist er — auf die Einheit bezogen — geringer als bei kleinen Verhältnissen. Wagerechter / Senkrechter } Weg bei einer Umdrehung rund { 25 mm / 3 „ . Sekundliche Fördergeschwindigkeit des Gutes schwankt zwischen 165 und 265 mm. Gebaut sind Längen von 90 m und 2 m Weite (grössere möglich). Besonders häufig für die Entnahme von Kohle und Koks aus Silos (Rütteltisch von Weiss) für den Transport zum Elevator; ebenso für Kies und in chemischen Fabriken u. s. w. [2]; s. ebend. auch über fahrbare Rinnen.

Zahlentafel 49. Kohlen- (bezw. Koks-)Fördermengen in t/st (nach Kreiss-Zimmer).

Eine Neigung von 5 % würde die Leistung um ∼ 10 % erhöhen, eine Steigung entsprechend verkleinern. Die eingeklammerten Zahlen gelten für Koks.

Trogtiefe mm	Trogbreite in mm								
	305	356	406	508	610	914	1219	1524	1829
102[1])	6—7 (3,5—4)	7—8 (4—5)	8—9 (5—6)	10—12 (6—8)	13—15 (8—10)	— (11—13)	— (16—19)	— (19—22)	— (22—26)
152	9—10 (—)	12—13 (—)	13—15 (—)	16—18 (—)	18—20 (12—14)	30—32 (16—19)	35—40 (24—28)	45—50 (28—33)	50—60 (33—39)
203	— (—)	— (—)	— (—)	— (—)	25—30 (16—19)	35—40 (22—26)	50—60 (33—39)	60—70 (39—46)	70—80 (46—53)

Zahlentafel 50. Förderrinnen von Commichau in Magdeburg (Abb. 505)

(meist $n = 270$ bis 320, Kurbelhalbmesser 18 bis 25 mm, Rinnenstärke 2 bis 4 mm — bei Koks grösser als bei Kohle —, Pleuelstange aus Holz, elastisch).

Breite der Rinne in mm	Stündliche Leistung in hl: bei mehlartigem und griesigem Stoff (spez. Gew. etwa 1)	Stündliche Leistung in hl: bei stückigem bis doppelfaustgrossem Stoff (spez. Gew. etwa 1—3)	Breite der Rinne in mm	Stündliche Leistung in hl: bei mehlartigem und griesigem Stoff (spez. Gew. etwa 1)	Stündliche Leistung in hl: bei stückigem bis doppelfaustgrossem Stoff (spez. Gew. etwa 1—3)
200	30	72	500	75	180
250	38	90	600	90	210
300	45	108	700	105	250
350	52	126	800	120	280
400	60	140	900	132	330
450	68	160	1000	150	360

Rinnen für stark schleissendes Gut erhalten leicht auswechselbare Stahlblecheinlagen. Sehr breite Rinnen werden in zwei nebeneinander arbeitende

[1]) Zweckmässigste Tiefe.

Tröge zerlegt; Antrieb von gemeinsamer Achse durch zwei um 180° versetzte Kurbeln. Verwendung als Kühlrinnen (Zucker) und Siebrinnen (gleichzeitige Förderung und Trennung [Veredlung]). Als Angaben von Förderleistungen und Arbeitsverbrauch (vgl. T. H., III, S. 294) seien hier einige Versuchsergebnisse wiedergegeben:



Abb. 506. Schwingförderrinne von Gebr. Commichau in Magdeburg.

1. Eine Förderrinne mit Holztrog von 19 m Länge und 250 mm Breite leistet bei einer minutlichen Drehzahl von 260 rund 3000 kg Superphosphat oder 3000 l/st. Diese Rinne verbraucht im Leerlauf 0,76 PS. und im vollen Betrieb 1,7 PS.

2. Eine Förderrinne von 38 m Länge und 500 mm Breite leistet bei einer Drehzahl von 290 i. d. Minute 18250 kg (= rund 13700 l) grobkörniges Düngersalz. Diese Rinne erfordert im Leerlauf 1,5 PS. und im vollen Betrieb 3,2 PS. (Schichthöhe während der Förderung rund 50 mm).

3. Bei Versuchen an einer für die Kaiserlichen Stahlwerke in Japan gelieferten Rinne (Abb. 506)[1]) ergab sich folgendes: Länge der Rinne 32 m; Breite 0,6 m; Bordhöhe 0,15 m; minutliche Drehzahl der Kurbelwelle 275; Exzentrizität 25 mm, also Hub 50 mm; Höchstleistung der Rinne 318 hl/st (= rund 590 t in 24 Stunden) bei einer Schichthöhe von etwa 75 mm und einer Schichtgeschwindigkeit von rund 12 m/min. Stückgrösse der Kohle maximal 80 mm Durchmesser. Arbeitsverbrauch beim Leerlauf 3,0 PS., bei 60 mm durchschnittlicher Schichthöhe 3,7 PS., bei 75 mm durchschnittlicher Schichthöhe 4,0 PS.; Arbeitsverbrauch, wenn die Rinne nur noch zur Hälfte mit Material belastet ist, 3,5 PS. Das Gewicht der Rinne mit Antriebsschuh, Pleuelstange, Federbügel u. s. w., d. h. also das Gewicht der gesamten schwingenden Masse, beträgt

[1]) T. H., III, S. 266 („Stahl und Eisen" 1906, S. 791).

850 kg. Dazu sei bemerkt, dass sich die Förderstoffe, je nach ihrer Körnung und ihrem spezifischen Gewicht, sehr verschieden gut fördern lassen. Die Förderschicht pulverförmiger Stoffe, wie Mehl, gemahlener Zement, Thomasmehl, Superphosphat u. s. w., beträgt z. B. 20, maximal 30 mm, während sich grobkörnige

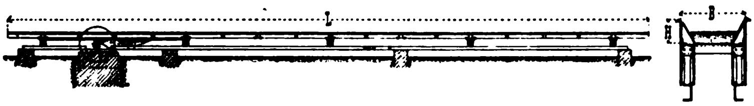


Abb. 507 u. 508. Propellerrinne von H. Marcus in Cöln.

und stückige Materialien, wie Zucker, Kohle, Kies, Koks, Erze, Basalt, Schotter u. s. w., mit grösserer Schichthöhe, rund 50—80 mm, und je nach der Stückgrösse auch noch darüber fördern lassen. Bei pulverförmigen Stoffen vermindert sich die Förderleistung, sobald die oben angegebene Schichthöhe von 20 bezw. 30 mm überschritten wird; unter Umständen kann sogar ein Stillstand bezw. Rücktransport des Materials eintreten.



Abb. 509. Marcus-Gitterrinne (Gaswerk in Cöln).

Zahlentafel 51. Arbeitsbedarf von Förderrinnen (Schule in Hamburg).

Lichte Breite der Arbeitsfläche	Aeussere Breite des Gestelles	Antriebscheibe		Kurbel-umdrehzahl i. d. Minute	Höchste Leistung rund	Erforderlicher Arbeitsbedarf in PS. bei etwa 15 m Länge
		Durch-messer	Breite			
mm	mm	mm	mm		kg/st	
100	200	150	60	100—120	2500	0,2
125	250	175	60	„	3000	0,3
150	275	200	70	„	3500	0,4
175	300	200	70	„	4000	0.5
200	325	250	70	„	5000	0,6
250	400	300	70	„	6500	0.7
300	475	400	80	„	8000	0,8
350	550	500	80	„	10000	1
400	675	600	90	„	12000	1,2
500	800	700	90	„	16000	1.3
600	900	800	110	„	20000	1,5
700	1000	800	110	„	27000	2
800	1100	900	120	„	35000	3
900	1200	900	140	„	50000	4
1000	1300	1000	140	„	65000	5

Die angegebenen Leistungen gelten für Reis, Weizen und Roggen und andre spezifisch gleichschwere Erzeugnisse. Für Gerste sind die Leistungen 0,8fach, für Hafer etwa 0,6fach.

b) Propellerrinnen (System Marcus) (Abb. 507 und 508), Rinnen mit nur wagerechter Bewegung; Rinne und Fördergut werden langsam vorwärts-, die Rinne dann schnell zurückgezogen; ausgeführt ausser von H. Marcus in Cöln von G. Luther, A.-G. in Braunschweig, von der „Karlshütte", A.-G. in Altwasser, Schlesien. Besonders geeignet zur Förderung von Erzen, Kohlen, Asche, Schlacke, Klinkern, Zement, Koks, Sand, Kies, Eis, Salz, Phosphatmehl, Zucker, Holzstoff, Cellulose u. dergl., s. [3]. Sie werden für Steine, Erze, Klinker u. s. w. als sogenannte Gitterrinnen (Abb. 509) mit auswechselbaren Rinnenschüssen ausgeführt. Diese Bauart hat besonders in der Zement- und Hartsteinindustrie Eingang gefunden, während für Kohle, Asche, Getreide u. dergl. gewöhnliche Blechrinnen vorzuziehen sind.

Zahlentafeln 52 und 53. Propellerrinnen (System Marcus) (Abb. 507 und 508) [3]. Leistungen und Abmessungen.

Laufende Nummer		1	2	3	4	5	6
Stündliche Leistung[1]) in t (rund) für	Kohle	5—8	9—14	15—23	24—36	37—55	56—80
	Koks	2—4	5—7	8—12	13—20	21—32	33—50
	Steine, Erz.	9—14	15—23	24—36	37—55	56—80	81—120
	Getreide	6—10	11—16	17—25	26—40	41—60	61—90
Trogbreite (B) oben mm		350 (400)	400 (450)	500 (550)	600 (650)	700 (750)	850 (850)
„ unten mm		200 (200)	250 (250)	330 (330)	400 (400)	500 (500)	600 (600)
Trogtiefe (H) mm		150 (200)	150 (200)	175 (200)	200 (250)	200 (250)	250 (250)

Zahlentafel 53. Gewichte und Arbeitsbedarf.

	Laufende Nummer		1	2	3	4	5	6	1—6			
	Länge (L) in m	Bezeichnung	Gewichte und Arbeitsbedarf						Umdrehungszahlen in der Minute kleinste	Umdrehungszahlen in der Minute grösste	Schwungrad mm Durchm.	Schwungrad mm Breite
Normale Rinnen	10	kg	1150	1250	1350	1450	1550	1650	70	85	800	130
		PS.	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7	2,0				
	20	kg	1750	1900	2050	2250	2500	2700	70	85	800	130
		PS.	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	60	75	1100	160
	30	kg	2300	2500	2800	3000	3200	3500	70	85	900	130
		PS.	2,0	2,5	3,5	4,0	5,0	6,0	60	75	1200	160
	40	kg	3200	3400	3600	3900	4600	5100	60	75	1200	160
		PS.	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,5	50	65	1450	180
	50	kg	3800	4100	4950	5200	5600	6300	60	75	1250	160
		PS.	4,0	5,0	6,0	7,5	9,0	10,5	50	65	1500	180
Lange Rinnen	75	kg	6600	7000	7600	8400	9600	11000	50	65	1500	180
		PS.	6,0	7,5	8,5	10,0	12,0	14,0	45	55	2000	230
	100	kg	9100	10000	11200	12700	13800	15200	50	65	1550	180
		PS.	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	40	50	2400	250

Die eingeklammerten Zahlen in Zahlentafel 52 gelten für lange Rinnen (über 50 m). In Zahlentafel 53 gelten die Gewichte für die vollständige Rinne, bestehend aus: Trog, Antrieb, Führung, Riemenscheibenschwungrad, Untergestell aus ⊔-Eisen und Schwingen, einschliesslich Befestigungsschrauben, Keilen und Schmiergefässen, ausschliesslich Verankerung. Der Arbeitsbedarf gilt für Kohlenrinnen.

Die genaue Umdrehungszahl muss nach der Beschaffenheit des Fördergutes bestimmt werden. Feingemahlene backende Stoffe, wie Zement, Mehl u. s. w., 50% geringer als das Korn derselben Substanz.

Ueber Rinnen von A. Strenge, Hamburg, s. T. H., III, S. 289 ff.[2])

[1]) Stündliche Leistungen bei der kleinsten bezw. höchsten Umdrehungszahl und etwa halber Füllung des Troges.

[2]) Elektr. Bahnen und Betriebe 1906, S. 429 ff.

c) Schubförderrinnen (Abb. 510 und 511) dienen zum Fördern schlammigen, erdigen und pulverförmigen Gutes sowie für gemischte Massen. In einem auf Rollen gelagerten, durch Kurbel bewegten Trog dreht sich eine mit Kratzerschiebern (s. Kratzer) besetzte Welle beim jedesmaligen Hubwechsel um 180° oder wird bei feststehendem Trog vor- und rückwärts bewegt und gleichzeitig um 180° gedreht. Vollständige Schonung des Gutes und geringer Verschleiss. Bei 300 mm Durchmesser werden rund 50 t/st Kohle gefördert. Bei kleinerer Förderlänge wird die Rinne bewegt, bei grösserer (bis zu 60 m) die Welle (Ausführung von Heyl & Patterson, Pittsburg) [4].

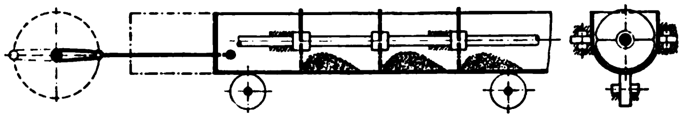


Abb. 510 u. 511. Schubförderrinne von Gebr. Commichau in Magdeburg.

Literatur: [1] Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 260, bezw. ders., T. H., I, S. 31; II, S. 1 ff., Berlin 1901; ders., „Hütte", 19. Aufl., I. Teil, S. 1249 ff.; desgl. 20. Aufl.; ferner H. Fischer, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1891, S. 1012 ff. (Theorie), sowie desgl. v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1902, S. 713 ff.; ferner Zimmer, The mechanical handling of material, London 1905, S. 79 ff. — [2] Buhle, „Glückauf" 1904, S. 858 ff., bezw. T. H., III, S. 17 ff., Berlin 1906; s. ebend. S. 67. — [3] Ders., „Stahl und Eisen" 1904, S. 1046 ff., 1905, S. 1049 (T. H., III, S. 111 ff., Berlin 1906); vgl. a. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1808 ff. — [4] Ders., Deutsche Bauztg. 1904, S. 546 ff., bezw. T. H., III, S. 11, Berlin 1906.

5. **Kratzer** (Schlepper, Schleppketten, Seilförderer, Schleppseile) sind Fördervorrichtungen mit einfach (Abb. 512 und 513) oder doppelt

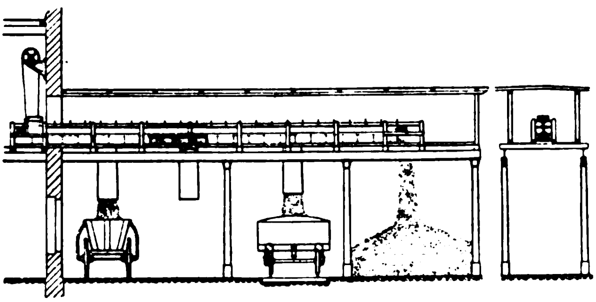


Abb. 512 u. 513. Rechenkratzer von Gebr. Commichau in Magdeburg.

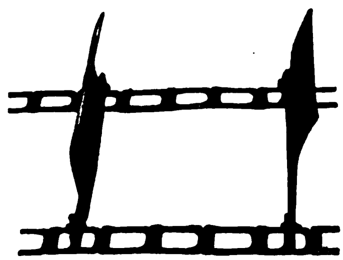


Abb. 514. Kratzer mit Doppelkette von Gebr. Commichau in Magdeburg.

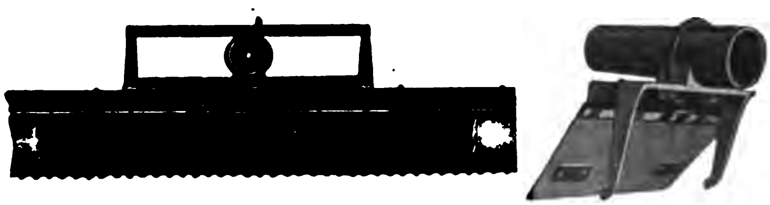


Abb. 515 u. 516. Kratzer von Heyl & Patterson in Pittsburg.

(Abb. 514) angeordneten Zugorganen (Ketten, Seilen) oder Druckelementen (Stangen, Röhren) (Abb. 515 und 516), an denen in bestimmten Abständen Rundeisen (Abb. 517 und 518), Haken (Abb. 519), Rechen (Abb. 512) oder volle Kratzer aus Metall (Schaufeln) (Abb. 514) oder Holz (Abb. 520) befestigt sind, die das Gut in einem Rinnentroge vor sich herschieben. Durch Schienen unterstützte Führungslappen oder Rollen tragen die

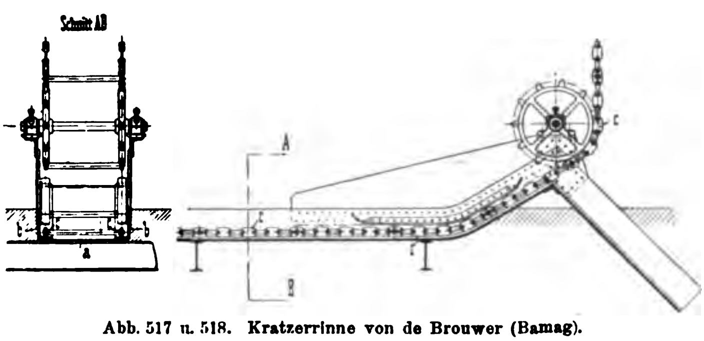


Abb. 517 u. 518. Kratzerrinne von de Brouwer (Bamag).



Abb. 519. Schleppkette für Holzförderung (Jeffrey Mfg. Co.).



Abb. 520. Schleppkette mit Holzkratzern (Jeffrey Mfg. Co.).

Förderer. Aufgabe wie Ablass des Gutes an beliebiger Stelle, auch an mehreren gleichzeitig (Abb. 512). Betrieb einfach, sicher und billig, fast ohne Bedienung; in Gasanstalten (s. d.) und Kesselhäusern (s. d. und [1]) sowie auf Hüttenwerken (s. d.) ist damit eine selbsttätige Behälterfüllung (s. Hochbehälter und Konveyor) leicht erzielbar; vgl. a. Elevator, Förderrinne (Schubrinne), Gurtförderer (Stahltransportbänder), Haufenlager, Kettenbahnen, Massentransport und [2].

Bezeichnet (nach Fredenhagen in Offenbach)

Q die Fördermenge in cbm/st (bis 100),
J den Inhalt der vor den Kratzern liegenden Fördergutmenge in cbm (bis 0,02),
a den Abstand der Kratzer in m (bis 0,6); nach Zimmer [2] $a = 0,46$ (bis 0,92 m),
v die Geschwindigkeit in m/sk (0,2—0,6),
e den Füllungsgrad (er schwankt je nach der Art des Gutes und Geschwindigkeit des Fördermittels zwischen 40 und 80% des theoretischen Kratzerzwischenraumes),

so ist

$$aQ = Jve.$$

Ist
N die Gesamtarbeit in PS.,
N_0 die Leerlaufarbeit in PS.,
l die Förderlänge in m,
Q die Fördermenge in l/sk,
so ist

$$N = N_0 + 0{,}02\, l Q.$$

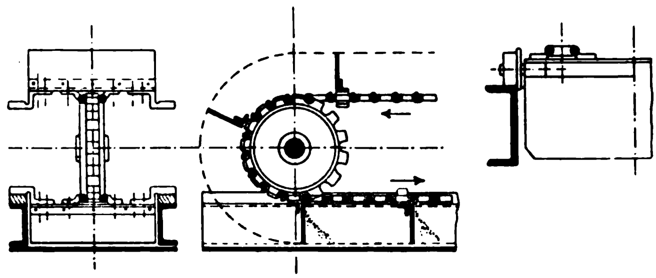


Abb. 521—523. Kratzer von Eitle in Stuttgart.

Nach Zimmer [2]: $v = 0{,}3 - 0{,}9$ m/sk (die kleineren Werte gelten für Koks, die grösseren für Gut, welches durch Bruch nicht erheblich entwertet wird). — Beispiele:

1. Trog 610 mm breit, $a = 0{,}610$, $v = 0{,}51$; Leistung ∼ 30 t/st (Kohle);
2. „ 508 „ „ $a = 0{,}457$, $v = 0{,}91$; „ ∼ 40 „ „
3. „ 685 „ „ $a = 0{,}610$, $v = 0{,}24$; „ ∼ 20 „ „

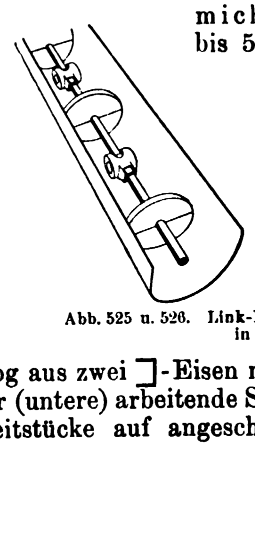
Arbeitsaufwand: Bei 30 m Länge und einer Leistung von 50 t/st Kohle ∼ 12 PS. Vgl. a. [3]; über Anlage- und Instandhaltungskosten s. [4] bezw. Zahlentafel 56.

1. Kratzer von Gebr. Commichau in Magdeburg (Abb. 512 bis 513) [5], s. oben.

2. Kratzer von Eitle in Stuttgart (Abb. 521—523) [6];



Abb. 524. Schleppkette für Häute (Link-Belt Eng. Co. in Philadelphia, bezw. W. Fredenhagen in Offenbach a. M.).



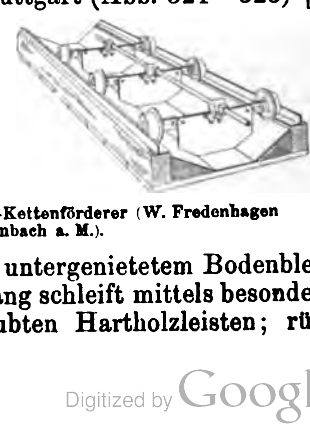


Abb. 525 u. 526. Link-Belt-Kettenförderer (W. Fredenhagen in Offenbach a. M.).

Trog aus zwei]-Eisen mit untergenietetem Bodenblech. Der (untere) arbeitende Strang schleift mittels besonderer Gleitstücke auf angeschraubten Hartholzleisten; rück-

laufendes Trum von Kettenrädern getragen. Bei besseren Ausführungen auch unten kleine Laufrollen (Abb. 523).

3. Ketten von Schmidt in Wurzen i. S., Rundeisenglieder wechseln ab mit flacheisernen, an denen Kratzer befestigt sind [7].

4. Link-Belt- und Dodge-Ketten (Monobar-Kratzer) (W. Fredenhagen in Offenbach a. M.) (Abb. 524—526) [8]; vgl. a. Haufenlager.

5. Kokskratzerrinnen von de Brouwer (Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft) (Abb. 517 und 518) [9]. Statt Kratzerblechen runde oder achtkantige Stäbe; bei $v = 0{,}25$ m/sk und 300—500 hl/st Koks 1—1,5 PS. für je 10 m Länge. Kühlen des heissen Kokses.

6. Koksrinnen von Merz (Bamag) (Abb. 527 und 528) [10]. Trog Gusseisen, Teile 1,4 m lang und verschraubt. Wenn nach beiden Seiten gefördert werden soll, erhalten die Rechen keine Krümmung. Arbeitsaufwand für rund 60 m 3 PS.

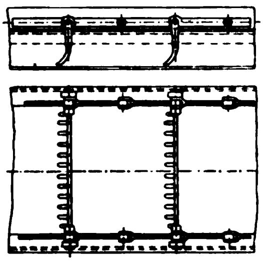


Abb. 527 u. 528. Kratzerrinnen von Merz (Bamag).

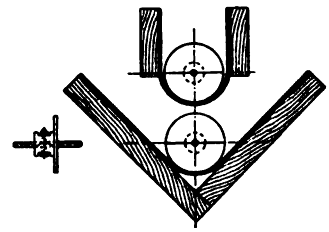


Abb. 529—531. Drahtseilkratzer der Jeffrey Mfg. Co. in Columbus (Ohio).

7. Bamag-Marshall-Rinnen; vgl. a. Gasanstalten (Abb. 791). Der Koks wird bis zur Abwurfstelle in einer gegliederten Rostrinne getragen (Tragrollen drehen sich nur, bewegen sich aber nicht fortschreitend); neuerdings infolge Drehbarkeit des Rostes Entleerung an beliebiger Stelle (nicht nur am Ende der Rinne möglich) [11].



Abb. 532. Schaufelkratzer der Link-Belt Mach. Co. in Chicago.

8. Drahtseilförderer der Jeffrey Manufacturing Co. in Columbus (Ohio) (Abb. 529 bis 531) [12]. Weil statt Kette ein Seil, so keine zu schmierenden Gelenke, kein plötzlicher Bruch und billig. Kreisrunde Scheiben mittels Muffen auf Seil festgeklemmt. In der Wagerechten wie im Gefälle verlegt; besonders verwendet zur Beförderung von Holzkloben, Rüben [13], Schnitzeln, Spänen, Heu, Häuten u. dergl., und auch von breiigem Gut; v rund 0,5—0,6 m/sk.

9. Schubkratzer von Heyl & Patterson in Pittsburg (Abb. 515 und 516), s. oben und [14].

10. A. Stotz in Stuttgart baut Kratzertransporteure als Förderrinnen mit Glasbelag (vgl. Buhle, Fördertechnik 1908 [erster Jahrg., S. 212 ff.]); ferner Rechentransporteure (für Rübenschnitzel) mit zerlegbaren Stotz'schen Stahlbolzenketten (30 verschiedene Abmessungen von 25 bis 175 mm Tlg. für

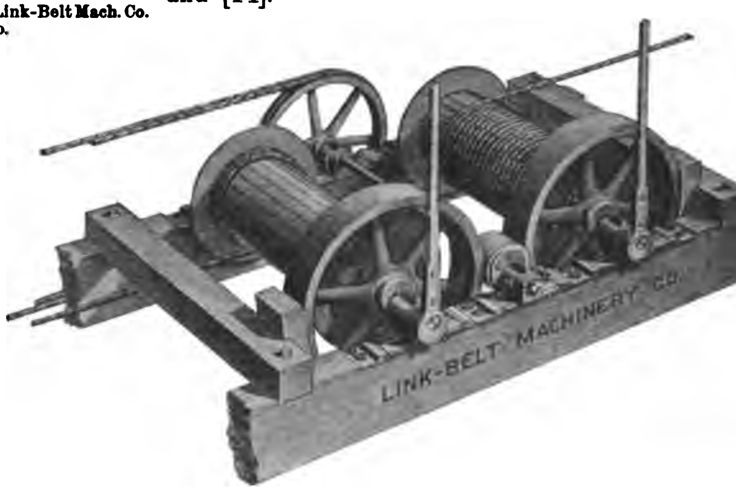


Abb. 533. Winde für Kratzerschaufeln.

700—8000 kg Prüfungsbelastung). — Ueber Kratzerschaufeln oder Schaufelkratzer (mechanische Schaufeln), Abb. 532 und 533, vgl. [15] Kübel, Silospeicher und [16].

Die von Spezialwinden, Abb. 533, mechanisch bewegten Schaufeln, Abb. 532, dienen hauptsächlich als Zubringer für die aus Schiffen oder von Lagerplätzen schöpfenden Becherelevatoren, bezw. um lose geschüttetes Material einer Trichteröffnung, einem Rost, Bändern oder Kratzern, Rinnen u. s. w. zuzuführen.

Literatur: [1] Buhle, T. H., I, Berlin 1901, S. 67 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 118 ff.). — [2] Ders., — ebend., III, S. 320, und „Hütte“, 19. Aufl., I, S. 1251 ff., desgl. 20. Aufl.; ferner Westmann, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, S. 489 ff., v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1902, S. 600 ff., und Zimmer, Excerpt Minutes of Proc. Inst. Civ. Eng. 1902/03. — [3] Ders., Mechanical handling of material, London 1905, S. 45 ff. u. 53 ff. — [4] Buhle, T. H., III, S. 266 („Stahl und Eisen“ 1906, S. 791). — [5] Ders., ebend., 2. Teil, S. 14 ff. — [6] v. Hanffstengel, s. [2]. — [7] Ders., Dingl. Polyt. Journ. 1902, S. 602. — [8] Westmann, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1893, S. 1297 ff.; Buhle, ebend. 1899, S. 1385 ff. (T. H., I, S. 50 ff.). — [9] Ders., ebend., I, S. 103 ff. (Schillings Journ. f. G. u. W. 1901, S. 426 ff.); ferner Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 290 ff. — [10] Ebend., 1902, S. 377 ff. — [11] Buhle, T. H., III, S. 70 ff. (Gewerbefleiss 1904, S. 284). — [12] Ders., ebend., I, S. 47 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1359 ff.) — [13] Ders., ebend., III, S. 228. — [14] Ders, ebend., S. 11 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 546). — [15] Ders., ebend., S. 77 ff., und II, S. 115 und 151 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 223); ferner Zimmer (s. [3], S. 372 ff.) und v. Hanffstengel, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1627. — [16] Engineer News 1907 v. 21. März; vgl. a. S. 138, Fussnote.

6. Arbeitsbedarf der wagerecht fördernden Transportmittel (nach Zimmer).

Zahlentafel 54.

Bei rund 30 m Länge und 50 t/st Leistung (wagerechte Förderung) gebrauchen

1	Gurtförderer für Korn	4,80 PS.	(Nach Robins 2,5 PS.)
1	„ „ Kohle u. s. w.	5,00 „	
1	Kreiss-Zimmersche Ausgleichrinne	8,00 „	
1	Kreisssche Rinne (ohne Ausgleich)	8,75 „	
1	Kratzer	12,80 „	
1	Schnecke	18,38 „	
1	Förderrohr	25,00 „	

7. Geschwindigkeiten der wagerecht arbeitenden Förderer (nach Zimmer).

Zahlentafel 55.

Förderer	Grenzgeschwindigkeiten des Fördergutes in m/sk	Mittlere Geschwindigkeit in m/sk
Gurtförderer	1,27—3,05	2,16
Kratzer	0,30—0,91	0,61
Seilförderer	0,51—0,61	0,56
Eisenförderband	0,30—0,61	0,46
Förderrinne	0,20—0,36	0,28
Schnecke	0,20—0,30	0,25

8. Wirtschaftlich —

bemerkenswert ist die Zahlentafel 56, weil sie nach Anlage- und Unterhaltungskosten einen Vergleich der soeben besprochenen Maschinen unter sich bezw. mit den im Anfang der nächsten („senkrechten“) Gruppe zu behandelnden Elevatoren gestattet.

Zahlentafel 56. Anlage- und Instandhaltungskosten (nach Zimmer).

Förderer	Anlagekosten Gesamt ℳ	Anlagekosten für d. lfd. m ℳ	Anlagekosten für d. lfd. m ₰	Gefördertes Gut t	Förderweg m	Kosten für Instandsetzung und Erneuerung Gesamt ℳ	Gesamt ₰	für 1 t ₰	f. 1 t × 30 m Förderweg ₰	Fördergut	Bemerkungen
Elevator . .	31748	274	56	335237	22,6	1758	51	0,52	0,70	Kohle	
„ . .	16732	411	84	178541	17,7—21,9	13878	77	7,76	11,94	Koks	Heiss
„ . .	8744	349	73	37685	12,2	147	09	0,39	0,98	Eisenerz (Hämatit)	
Kratzer . .	296	161	22	149350	9,1	1436	22	0,96	3,20	Kohle	
„ . .	1486	339	68	29769	27,4—32,3	2258	78	7,57	7,97	Koks	„
Eisenförderband . .	2026	236	93	149350	4 mal 38,1 18,3	47213	73	31,57	17,60	„	„
Gurtförderer	443	294	14	10000	29,9	817	20	8,50	8,50	Kleiner Koks und Grus	
„	296	161	21	149350	9,1	1436	22	0,96	3,20	Kohle	
„	172	102	11	2180	33,5	859	17	39,36	35,79	Ammoniumsulfat	
Förderrinne	1767	67	01	250000	525 [1])	306	45	0,97	0,00255	Kohle	

b) Senkrechte oder stark geneigte Förderung.

1. **Elevatoren**[2]) als Becher-, Paternoster- oder Schöpfwerke [1] (vgl. a. Konveyor und Bagger, Eimerkettenbagger) dienen in der Regel zur Förderung vorwiegend schöpfbarer Stoffe (Sand, Getreide. Kohle, Koks, Berge, Kehricht [Abb. 20] u. dergl.) von unten nach oben (Abb. 534—554). Die Becher (Abb. 538 und 540) werden, entsprechend der Art des Fördergutes, auf endlosen, über zwei Scheiben gelegten Baumwoll-, Hanf-, Guttapercha-, Leder- (teuer) oder Gummigurten oder an Ketten befestigt. Gurte laufen auf gewöhnlichen Riemscheiben, Ketten auf Trommeln oder Rädern. Neben zerlegbaren Gelenk- und Stahlbolzenketten werden für besonders stark beanspruchte Elevatoren Kran- und Schiffsketten (meist doppelsträngig) angewendet (Graykette, Fredenhagen in Offenbach). Die Gurte werden meist in Gerbsäure getränkt, um sie gegen Mäuse und Ratten zu schützen.

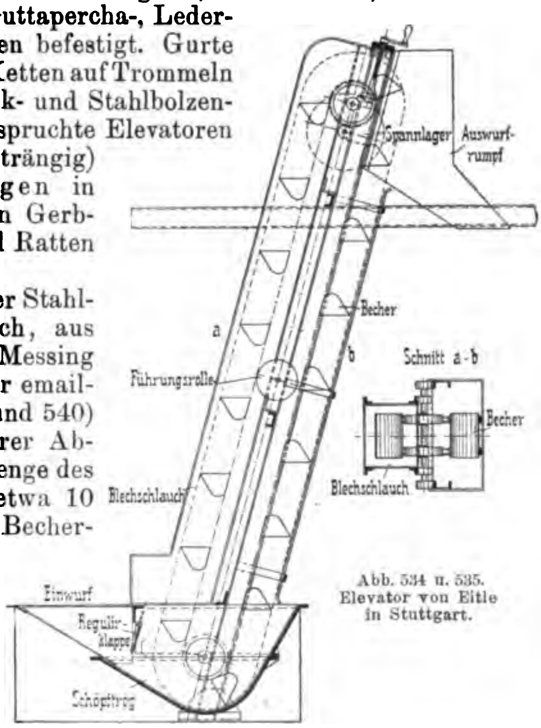


Abb. 534 u. 535. Elevator von Eitle in Stuttgart.

Die aus Weissblech, Eisenblech oder Stahlblech, verzinktem oder verbleitem Blech, aus schmiedbarem Guss, in Kupfer oder Messing hergestellten, zuweilen durchlochten oder emaillierten Becher (vgl. Abb. 534, 535, 538 und 540) werden hinsichtlich ihrer Form und ihrer Abmessungen den Eigenschaften und der Menge des Fördergutes angepasst. Becherbreite etwa 10 bis 15 mm kleiner als die Gurtbreite. Becherwerke können senkrecht (Abb. 536 und 537) sowie in jedem Grade geneigt (Abb. 534) arbeiten.

Nach Eitle in Stuttgart erfordern Becherwerke für stückige Stoffe (Koks, Kohle, Erze, Gesteine u. s. w.) (Abb. 534 und 535) eine von der für mehliges oder griesiges Gut gebräuchlichen abweichende Bauart. Zu empfehlen sind wegen des Schöpfens und Auswerfens eine Neigung von 75° gegen die Wagerechte, ferner Gallsche oder Ewarts-Ketten und verzahnte Endrollen. Der zweck-

[1]) 21 Rinnen von zusammen 525 m Länge (Gasanstalt Zürich, s. S. 27).

[2]) Vgl. Hunt-Elevatoren (Aufzüge) S. 97, und Elevatoren (Speicher) s. Silospeicher; ferner Druckluftförderer (pneumatische Elevatoren).

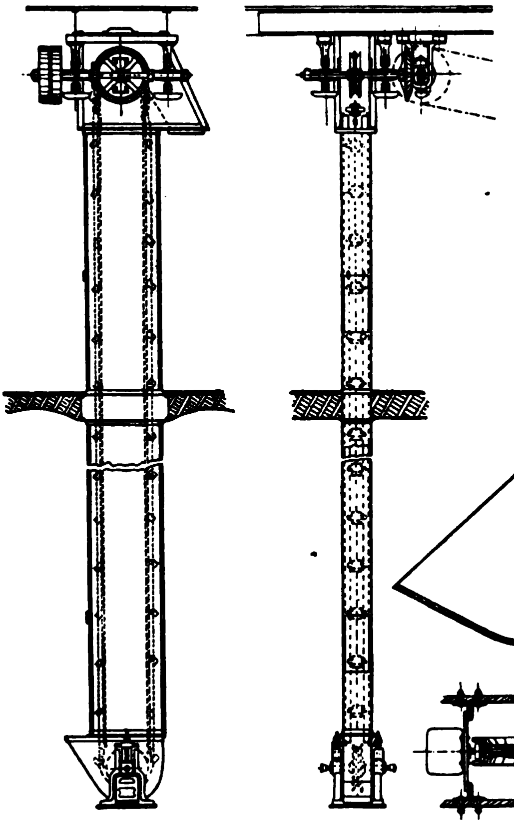
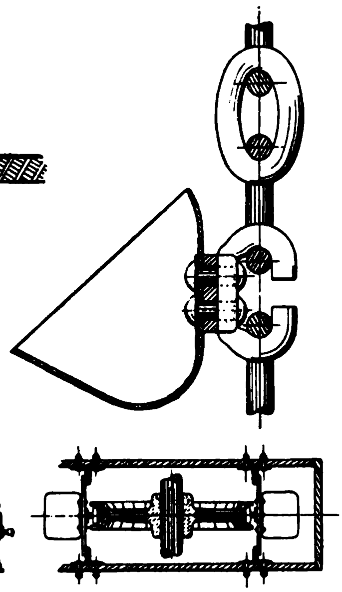



Abb. 536—539. Elevator von Gebr. Commichau in Magdeburg.

mässig aus Gusseisen hergestellte Schöpftrog soll so eingerichtet sein, dass die Becher seinen ganzen Inhalt greifen, d. h. der Halbmesser des Bogenstückes sei nur wenig grösser als der von der äusseren Becherkante bestrichene; deshalb ist auch die untere Rollenachse grundsätzlich festliegend, während die obere zum Spannen verschiebbar ist. Zur gleichmässigen Zuführung des Gutes dient die nachgiebige Patentverstellplatte am Schöpftrog (vgl. a. die Abb. 534 S. 211) [2]. — Der Gurt wird bei kleineren Becherwerken durch Nachziehen der Gurtverbindungen (K. Reuther in Saarbrücken), bei grösseren Elevatoren durch ein Schieberlager (Gewichthebel oder Schrauben), und zwar bei leichtem Gut der Bequemlichkeit wegen am Fuss (Schöpftrog, Abb. 536 und 537), bei schweren Becherwerken an der abnehmbaren Auswurfhaube am Kopf (Abb. 534) angezogen.

Der Antrieb erfolgt am Kopfende des Elevators (Abb. 536 und 537) durch Riemscheiben, Rädervorgelege oder durch Schnecken (Elektromotoren). Die Geschwindigkeit ist unter Berücksichtigung der Eigenschaften des Gutes festzustellen (Geschwindigkeit der Gurtelevatoren bis zu 2 m); da die Fliehkraft mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst, so ist sicheres Entleeren leicht zu erreichen.

Aufziehender Tragstrang durch Rollen unterstützt (Abb. 534). Tragkonstruktion bei kleinen Becherwerken aus zwei Profileisen, bei grossen Elevatoren aus leichten Fachwerkträgern. Geschwindigkeiten grosser Elevatoren 0,3—0,6 m/sk, bei Nusskohle bis 1 m/sk; Becherinhalt 2,5—15 (20) l. Nach Pohlig Neigung 60—70°, Geschwindigkeit bis 0,5 m/sk, Becherinhalt 25—100 l, Leistung bis über 100 cbm/st. Grosse Kohlenelevatoren leisten 100 t/st (s. unten, Zahlentafel 60).

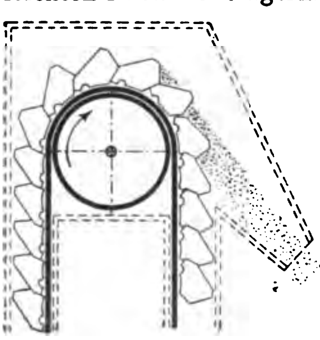


Abb. 540. Elevator von Unruh & Liebig in Leipzig.

Elevatoren mit grosser Geschwindigkeit und solche, die staubentwickelnde Massen heben, werden in Holz oder Eisenblech eingekleidet. Das Gehäuse (Fuss, Kopf und Schlote) wird — wenn aus Holz — aus 20—25 mm starken Brettern (feuergefährlich), wenn aus Eisen — aus $1^1/_2$—2 mm starkem Blech oder aus Gusseisen hergestellt. Türen und Klappen zur Ueberwachung der Arbeitsweise (Verstopfen). Baulängen der eisernen Schlote 4—6 m. Verbindung durch Winkelringe. Aufgehender Förderstrang zweckmässig stets mit Blechverschalung (Bodenblech mit Seitenwänden); wenn der Elevator im Freien arbeitet, so ist er vollständig einzuschliessen (Schlauch, Querschnitt rund oder rechteckig). An der Umkleidung werden zweckmässig Schienen befestigt, an denen



Abb. 541. Fahrbahrer Schiffselevator von Gebr. Weismüller in Frankfurt a. M.

die Becher mit ihren Führungslappen gleiten (Abb. 538 und 539); für sehr schwere Elevatoren selbstschmierende Kette. Ueber das von der Bamag ausgeführte Körtingsche Becherwerk, desgl. über den Rudertschen Elevator s. Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 321 ff. — Schmidt in Wurzen i. S. baut Elevatoren bis zu $v = 3{,}33$ m/sk.

Die Patentbecher von Unruh & Liebig in Leipzig (Abb. 540 und Zahlentafel 57) sind unmittelbar aneinander gesetzt, so dass die Rückwand zur Schütttrinne ausgebildet ist, wodurch sich Grösse und Kosten vermindern. Auswurf

und Einwurf werden stetig, stossfrei; Haltbarkeit und Geschwindigkeit gross, Arbeitsaufwand gering. Oft erhebliche Arbeitsersparnis dadurch, dass das Gut in jeder beliebigen Höhe zuführbar, d. h. nicht in den Fuss des Elevators zu führen nötig ist. Grösste derartige (Schiffs-) Elevatoren für Getreideförderung (vgl. a. Abb. 541) 400 t/st [3].[1]) — Mit Hinweis auf Abb. 542 sei bemerkt, dass Schrägstell-(Pendel-)Vorrichtungen (häufig Doppelpendelelevatoren an einem Ausleger [4]) wesentlich zur schnellen und gleichmässigen Entladung der Schiffe beitragen.

Nach dem Ort der Aufstellung bezw. nach der Bauart unterscheidet man wohl: Kniescheren-, Teleskop-, Schiffs-, Ufer-, Innen-, Aussen-, Einnahme-, Umstech- u. s. w. Elevatoren. Ferner Sackelevatoren [5], Tonnenelevatoren [6], Kistenelevatoren [7], Holzelevatoren [8], Menschenelevatoren [9], Eiselevatoren [10], Sandelevatoren (Giessereizwecke) [11], Strohelevatoren, Schlammelevatoren u. s. w. (s. unten).

Als Beispiele für das stetige Heben von schweren Sammelgütern, das neuerdings an weit mehr Stellen notwendig wird, als hier aufgezählt werden können, sei nur hingewiesen auf Munitionsaufzüge, wie sie in Kriegsschiffen[2]) vorkommen, Abb. 543—545, ferner auf elektrisch betriebene Doppelkettenelevatoren, wie sie sich in vielen englischen und amerikanischen Lagerhäusern[3]) finden, Abb. 546—549, schliesslich auf die in Hamburg, Essen, Utrecht, München, Elberfeld, Stuttgart, Amsterdam u. s. w. bereits in vielen Ausführungen vorhandenen, stetig bewegten Paternosterfahrstühle von A. Gutmann, A.-G., Abteilung vormals Wimmel & Landgraf in Hamburg. In Hamburg allein sind etwa 50 derartige Fahrstühle, unter anderm im städtischen Verwaltungsgebäude und im Stadthaus, dem Sitz der Polizeibehörde, ferner in den grossen Kaufmannshäusern u. s. w., seit langem im Betrieb [9]. Abb. 550 zeigt einen elektrisch angetriebenen Fahrstuhl, welcher den Verkehr zwischen dem Erdgeschoss und fünf Stockwerken vermittelt. Er besteht aus zwölf an zwei endlosen Ketten aufgehängten Fahrkörben, die sich dauernd bewegen und dadurch jederzeit das Auf- und Niederfahren ermöglichen. Da die Geschwindigkeit nur etwa 0,25—0,28 m/sk beträgt, kann man während der Bewegung ohne Gefahr ein- und aussteigen. Zwar wird dadurch gegenüber einem gewöhnlichen Aufzug die Fahrzeit erhöht, aber dafür hat die Anordnung den Vorteil, dass die Wartezeit fortfällt, die namentlich beim Verkehr zwischen den Stockwerken und beim Abstieg unangenehm ist. Ein Führer zur Bedienung des Fahrstuhls ist überflüssig. Die Fahrkörbe setzen in der obersten und untersten Stellung von einer Seite auf die andre über; hat man durch ein Versehen versäumt, den Fahrkorb an der gewünschten Stelle zu verlassen, so ist man also in der Lage, einfach durch den Keller oder über den Boden mitzufahren und bei der entgegengesetzten Bewegung des Fahrkorbs das gewünschte Stockwerk abzuwarten.

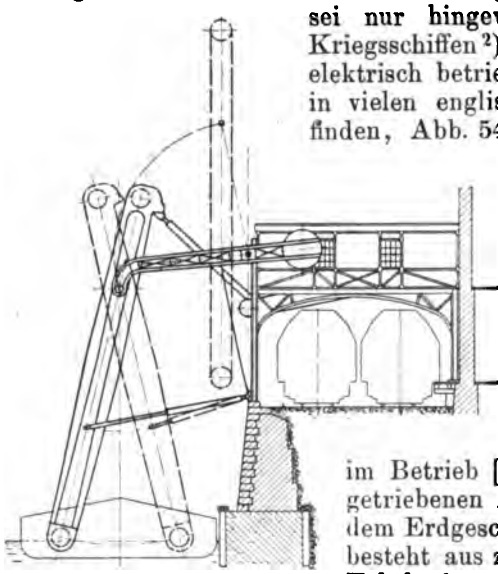


Abb. 542. Schiffselevator von Nagel & Kaemp in Hamburg.

Die Rentabilität von Elevatoren zeigt folgendes Beispiel zur Massengüterbewegung. In 10 Stunden seien 1000 t Kohlen aus einem Schiff zu verladen:

a) Handarbeit mit $\sim$ 80 Mann: Lohnkosten $\sim 80 \cdot 10 \cdot 1 = 800$ *M*, Unternehmergewinn $\sim$ 200 *M*, ergibt zusammen 1000 *M*.

---

[1]) Vgl. a. Buhle, Deutsche Bauzeitung 1906, S. 284 (T. H., III, S. 226), bezw. Lufft, Dingl. Polyt. Journ. 1907, S. 818, Elevatoranlage am Kuhwärder Hafen in Hamburg von Amme, Giesecke & Konegen in Braunschweig.

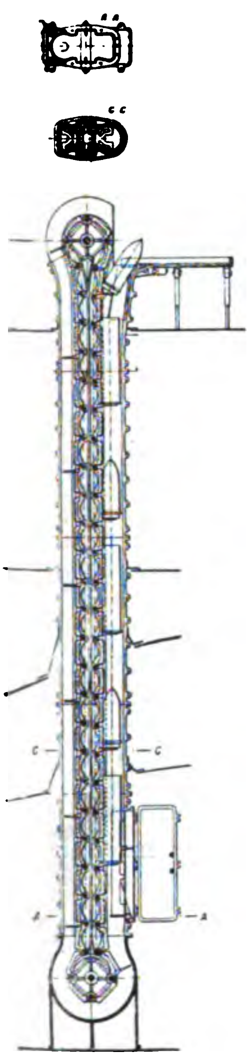
[2]) Engineering 1905, I, S. 507.

[3]) Engineering 1905, I, S. 247.

b) 6—8 Dampfwinden an Bord und 40 Mann: Lohnkosten $\sim 40 \cdot 10 \cdot 1 = 400$ ℳ, Zinsen und Amortisation $\frac{50000}{50} \cdot \frac{1}{10} = 100$ ℳ ($10\,^0/_0$ und nach 50 Reisen), Unternehmergewinn ~ 100 ℳ, ergibt zusammen 600 ℳ.

c) Elevator und 20 Mann: Lohnkosten $20 \cdot 10 \cdot 1 = 200$ ℳ, Zinsen und Amortisation $\frac{100000}{50} \cdot \frac{1}{10} = 200$ (wie unter b), Unternehmergewinn ~ 50 ℳ, ergibt zusammen 450 ℳ.

Beim „Innenelevator" von Gebr. Commichau in Magdeburg fällt das Gut in die nach innen gegeneinander geöffneten, seitlich sich abdichtenden Becher, so dass kein Graben erfolgt,


Abb. 543—545. Munitionsaufzug.

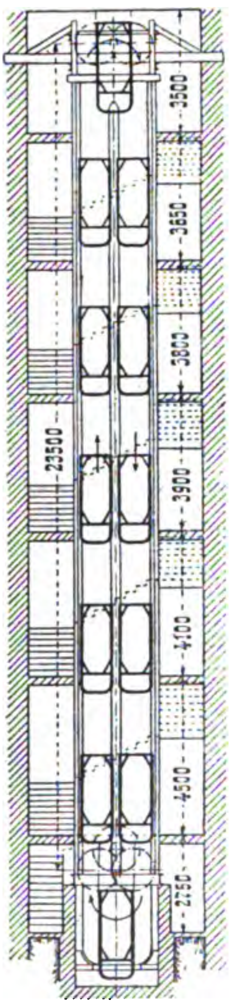
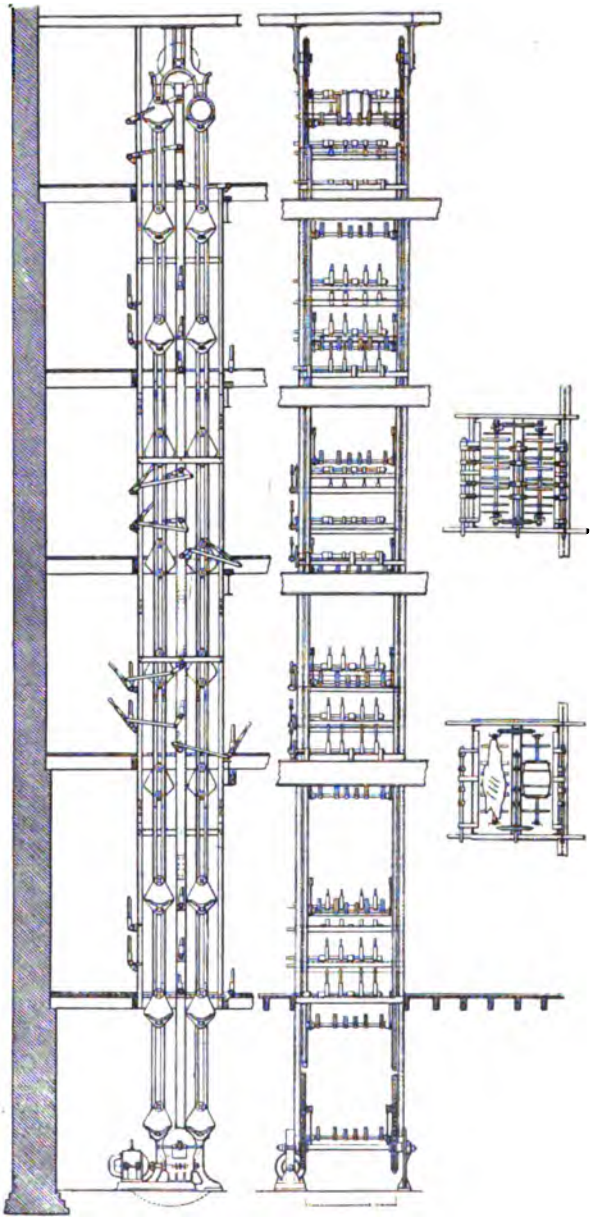


Abb. 550. Paternoster-Fahrstuhl von A. Gutmann in Hamburg.


Abb. 546—549. Englischer Doppelkettenelevator für Fleisch, Eis, Tonnen u. s. w.

vielmehr lediglich ein Heben (Vermeidung von Kettenbrüchen durch Klemmungen und Stauungen bei harten Schlacken u. s. w.).

Nach Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig (vgl. [1], Fischer) ist, wenn bedeutet:

i den Inhalt der Becher in cbm,
d die Anzahl der Becher auf 1 m Gurt (bedingt 1. durch die Becherform [die Dichtigkeit der Becher auf dem Gurt ist wegen des guten Schöpfens und Auswerfens von der Form der Becher abhängig], 2. durch v),
v die Gurtgeschwindigkeit in m/sk,
φ die Füllungszahl der Becher (abhängig von v und von der Art des Fördergutes),
M die Leistung des Elevators in cbm/st,
T die Leistung des Elevators in t/st,
γ das spezifische Gewicht (für Schwerfrucht $\sim 0{,}75$, für leichte Frucht $\sim 0{,}6$):

$$M = 3600 \cdot d\, i\, \varphi\, v,$$
$$T = 3600 \cdot d\, i\, \varphi\, v\, \gamma.$$

Für Getreideelevatoren mit hohen Leistungen nimmt man zweckmässig $v = 2\sqrt{D}$ m/sk, wo D der Durchmesser der oberen Gurtscheibe in m; dann ist $\varphi \sim 0{,}6$—$0{,}75$.

Der Arbeitsverbrauch A des Elevators setzt sich zusammen aus der Reibungsarbeit am Kopf und am Fuss, dem Krümmungswiderstand des Gurtes (bezw. Zugorgans) und der Hubarbeit.

Bedeutet:
A_n die Nutzarbeit in PS.,
A_l die Leergangsarbeit in PS., d. h. Reibungsarbeit, Luft- und Krümmungswiderstand,
T die Fördermenge in t/st,
h die Förderhöhe in m,

so ist:

$$A = A_l + \frac{T \cdot 1000}{3600} \cdot \frac{h}{75} \text{ PS.} = A_l + A_n.$$

Der wirkliche Nutzeffekt des Elevators ist:

$$e = \frac{A_n}{A} = 0{,}5\text{—}0{,}8.$$

Zahlentafel 57. Getreideelevatoren nach Unruh & Liebig in Leipzig.

Breite auf dem Gurt mm	Ausladung der Becher mm	Scheibendurchmesser in mm: 500	600	700	800	900	1000	1100	1200	Umdrehungen in einer Min.
		Fördermenge in t/st								
100	100	8—10	9,5—12,5	12—15	12,5—15,5	14—18,5	16—21	17,6—23,1	19,2—25,2	40
„	120	12—16	14,5—19,5	17—22	19,5—25,5	22—28,5	24—32	26,4—35,2	28,8—38,4	
„	150	19,5—23,5	23,5—28	27,5—32,5	31,5—37,5	35.5—42	39,5—47	43,4—51,7	47,4—56,4	
„	100	10—12,5	12—15,5	14—18	16—20,5	18—23	20—28	22—30,8	24—33,6	50
„	120	15—20	18—24	20—28	24—32	27,5—56	30,5—40	33,5—44	36,6—48	
„	150	24,5—29	29,5—35	34,5—41	39—47	44—52,5	49—58,5	53,9—64,3	58,8—70,2	
„	100	—	—	—	19—25	21,5—28	24—30	26,4—33	28,8—36	60
„	120	—	—	—	29—38	33—43	36,5—48	40,1—52,8	43,8—57,6	
„	150	—	—	—	47—56	53—63	59—70,5	64,9—77,5	70,8—84,6	

Hiernach leistet also ein Elevator mit Scheiben von 1000 mm Durchmesser bei 50 Umdrehungen und Bechern von 150 mm Ausladung und 100 mm Breite schon 50 t/st, derselbe mit Bechern von 300 mm Breite $3 \cdot 50 = 150$ t/st.

Zahlentafel 58. Mehl- und Kleieelevatoren von H. A. Schmidt in Wurzen.

Bechergrösse in mm	Inhalt in l	Für Mehl, Kleie u. s. w.: Becher auf 1 m	Für Mehl, Kleie u. s. w.: Leistung in l/st	Für Getreide: Becher auf 1 m	Für Getreide: Leistung in l/st	Bechergrösse in mm	Inhalt in l	Für Mehl, Kleie u. s. w.: Becher auf 1 m	Für Mehl, Kleie u. s. w.: Leistung in l/st	Für Getreide: Becher auf 1 m	Für Getreide: Leistung in l/st
70 × 65	0,075	7	3100	13	10000	140 × 120	0,6	5	18000	7	40000
80 × 75	0,15	7	6300	12	18000	150 × 125	0,7	4,5	19000	6	44000
90 × 80	0,2	6,5	7000	10	19000	160 × 125	0,85	4	20000	6	50000
100 × 90	0,25	6,1	9300	9	23000	170 × 130	0,95	4	22000	5,5	54000
110 × 100	0,3	6	10800	8	25000	180 × 130	1,1	4	24000	5,5	58000
120 × 100	0,4	5,5	13000	8	33000	190 × 135	1,2	3,5	25000	5	65000
130 × 115	0,5	5,5	14000	7	36000	200 × 135	1,3	3.5	27000	5	70000

Zahlentafel 60. Gewichte von Pohlig-Becherwerken für schweres Gut (Kohle, Kies u. s. w.) und leichtes Gut (Koks, Braunkohle u. s. w.).

Die eingeklammerten Zahlen gelten für leichte Stoffe, die übrigen für beide Arten.

Stündliche Leistung in t	Achsen-entfernung der Sterne in m	Stärke des Antriebsmotors PS.	Becherwerke auf Eisenkonstruktion: Mechanische Teile ohne Motor kg	Becherwerke auf Eisenkonstruktion: Eisenkonstruktion einschliessl. Anker ohne Leitern kg	Becherwerke auf Eisenkonstruktion: Zusammen ohne Motor und ohne Leitern kg	Becherwerke im Umhüllungskasten: Mechanische Teile ohne Motor mit Trog kg	Becherwerke im Umhüllungskasten: Eisenkonstruktion einschliessl. Anker ohne Leitern kg	Becherwerke im Umhüllungskasten: Zusammen ohne Motoren kg	
10—20	5	2	1010 (850)	350	1360 (1200)	1440 (1010)	1030	2470 (2040)	Becherabstand 1 m.
	10	2,5	1460 (1190)	710	2170 (1900)	1900 (1360)	1530	3430 (2890)	Inhalt 23 l.
	15	3	1910 (1500)	1100	3010 (2600)	2350 (1680)	2030	4380 (3710)	Becherbreite 450 mm.
	20	4	2925 (1850)	2425	5350 (4275)	3340 (2030)	2800	6140 (4830)	
	25	5 (4)	3450 (2870)	3050	6500 (5920)	3850 (3010)	3310	7160 (6320)	
20—40	5	2,5 (2)	1160 (1000)	350	1510 (1350)	1590 (1160)	1030	2620 (2190)	Becherabstand 0,5 m.
	10	4	2100 (1480)	1120	3220 (2600)	2510 (1645)	1780	4290 (3425)	Inhalt 23 l.
	15	5	2870 (2455)	1770	4640 (4225)	3270 (2585)	2300	5570 (4885)	Becherbreite 450 mm.
	20	6	4060 (2990)	2810	6870 (5800)	4470 (3040)	2960	7430 (6100)	
	25	8 (7)	5350 (3525)	3950	8900 (7075)	5760 (3665)	3500	9260 (7165)	
30—60	5	3	1280 (1120)	350	1630 (1470)	1630 (1555)	1070	2700 (2625)	Becherabstand 0,5 m.
	10	4	2460 (1700)	1120	3580 (2820)	2870 (2140)	1820	4690 (3960)	Inhalt 32 l.
	15	6	3730 (2780)	2130	5860 (4920)	4140 (3200)	2490	6630 (5960)	Becherbreite 600 mm.
	20	8 (7)	5060 (3420)	2810	7870 (6230)	5470 (3800)	3110	8570 (6930)	
	25	9	6475 (4740)	3550	10025 (8290)	6890 (5210)	3610	10500 (8820)	
40—80	5	4	1920 (1350)	700	2620 (2050)	2350 (1800)	1710	4060 (3510)	Becherabstand 0,7 m.
	10	6	2620 (2330)	1330	3950 (3660)	3060 (2760)	2340	5400 (5109)	Inhalt 60 l.
	15	8 (7)	3770 (2900)	2140	5910 (5040)	4200 (3320)	2980	7180 (6300)	Becherbreite 625 mm.
	20	10 (9)	5090 (4040)	2820	7910 (6860)	5520 (4380)	3620	9140 (8100)	
	25	12	7920 (4710)	3560	11480 (8270)	8410 (5130)	4330	12740 (9460)	
50—100	5	5 (4)	2030 (1465)	700	2730 (2165)	2470 (1920)	1750	4220 (3670)	Becherabstand 0,7 m.
	10	7	3210 (2530)	1330	4540 (3860)	3740 (2950)	2420	6160 (5370)	Inhalt 75 l.
	15	9	4500 (3160)	2140	6640 (5300)	4940 (3585)	3090	8030 (6675)	Becherbreite 625 mm.
	20	11	7110 (4355)	2820	9930 (7175)	7480 (4775)	3800	11280 (8575)	
	25	12	9420 (5765)	3560	12980 (9325)	9790 (6180)	4520	14310 (10700)	
60—120	5	4	2140 (1550)	700	2840 (2250)	2660 (2000)	1800	4460 (3800)	Becherabstand 0,7 m.
	10	8 (7)	3430 (2670)	1330	4760 (4000)	3860 (3095)	2480	6340 (5575)	Inhalt 90 l.
	15	10 (9)	5500 (4690)	2140	7640 (6830)	5870 (4310)	3170	9040 (7480)	Becherbreite 750 mm.
	20	12	7400 (4710)	2820	10220 (7530)	7780 (5080)	3920	11700 (9050)	
	25	16	9910 (6100)	3560	13470 (9660)	10280 (6515)	4660	14910 (11175)	

Bemerkungen: Kleinste Leistung für Kohle und Braunkohle bei $v = 0{,}3$, für Koks bei $v = 0{,}4$ m/sk; Füllungsgrad für Kohle und Braunkohle 0,5, für Koks 0,6. — Konstruktionsmasse der Glieder u. s. w. sowie Arbeitsaufwand sind für Füllungsgrad = 1 gerechnet. — Spez. Gew. der Kohle = 0,9 angenommen; für schwere Stoffe ist v im Verhältnis der spezifischen Gewichte kleiner zu nehmen.

Zahlentafel 59. Kohlenelevatoren nach G. F. Zimmer in London.

Breite der Becher mm	Höhe der Becher mm	Bechergeschwindigkeit m/sk	Fördergeschwindigkeit t/st
305	457	0,6	20
457	457	0,6	30
610	457	0,6	40

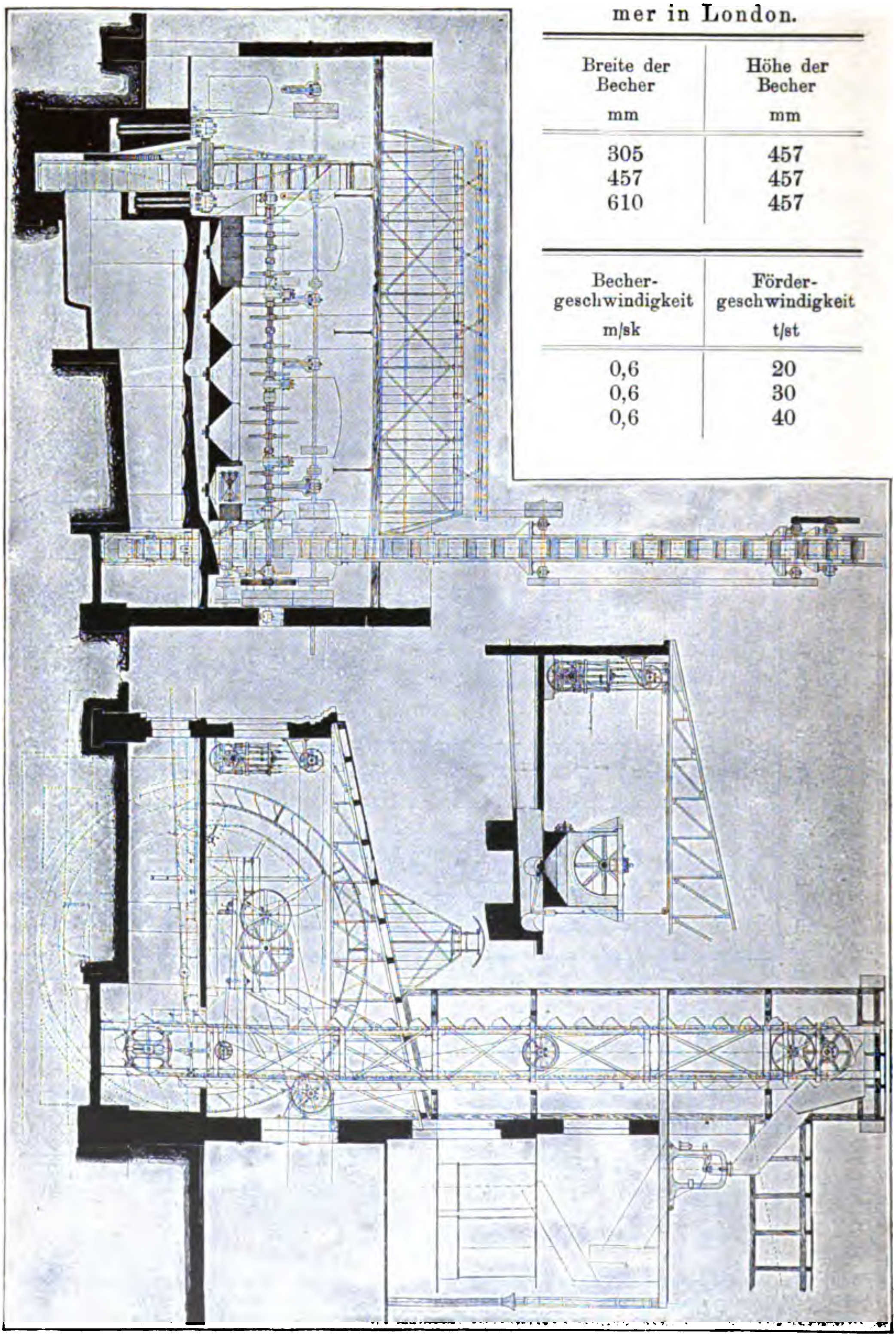


Abb. 551—553. Rübenwaschstation mit Elevator und Hubrad der Bromberger Maschinenbauanstalt. Hubrad 9 m Durchmesser. Rübenwäsche 8,5 m lang. Rüttelsieb vor der Wäsche. Rübenelevator rund 20 m lang mit selbsttätiger Verwiegung.

Zum Schluss seien im Hinblick auf die geschichtliche Entstehung und Entwicklung dieser Maschine noch erwähnt die Ketten- und Beutelpumpen (Welt d. Technik 1907, S. 492 ff.), die auch heute noch in Kolonien u. s. w. (vgl. Rehbock, Deutsch-Südwestafrika, Tafel VII) Verwendung finden.

2. **Hubräder** (Schöpfwerke u. dergl.). Hingewiesen sei an dieser Stelle auch noch auf die Transport- und Hebeeinrichtungen in den Rübenwaschstationen (Abb. 551 bis 553) [12], insbesondere unter anderm auf die von der Bromberger Maschinenbauanstalt, G. m. b. H., in Prinzental bei Bromberg gefertigten Erzeugnisse, wie Hubräder, Rüttelsiebe, Rübenschnecken, Rübenelevatoren, Rübenschwanzfänger (vgl. die Abb. 554), u. s. w.

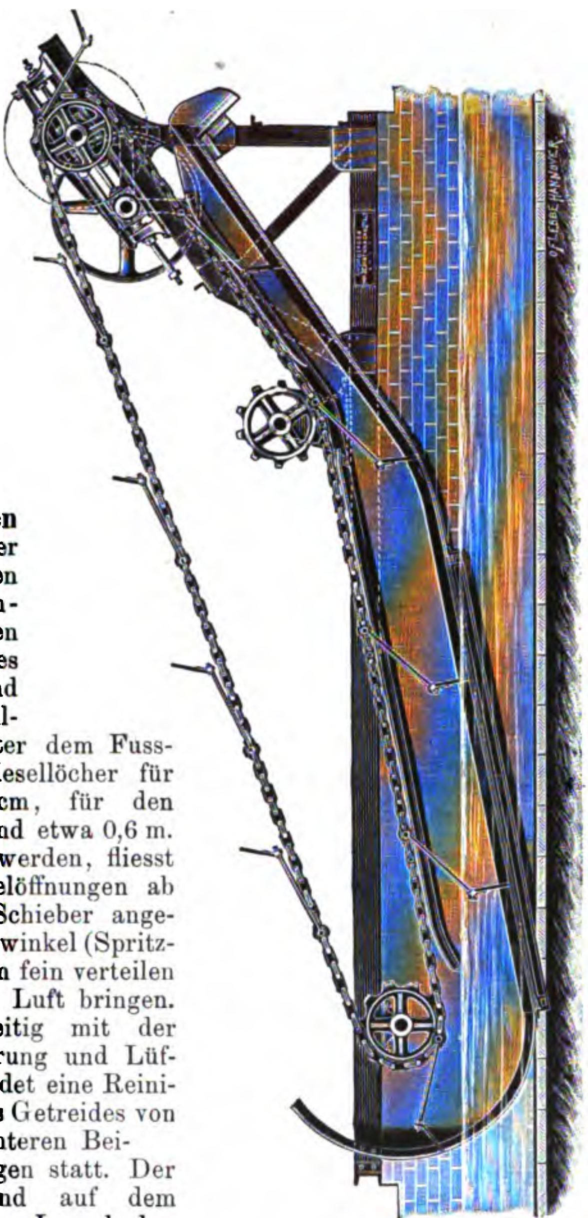


Abb. 554. Rübenschwanzfänger der Bromberger Maschinenbauanstalt.

3. **Rieseleinrichtungen** (Abb. 555) bestehen in einer der Balkenteilung von grösseren (maschinell betriebenen) Bodenspeichern (s. d.) entsprechenden reihenweisen Durchlochung des Fussbodens und aus entsprechend gelochten, durch Handhebel stellbaren Flacheisenschiebern unter dem Fussboden. Durchmesser der Riesellöcher für Weizen und Roggen 3—4 cm, für den sperrigeren Hafer 6 cm, Abstand etwa 0,6 m. Sobald die Schieber geöffnet werden, fliesst das Getreide durch die Rieselöffnungen ab und fällt auf unterhalb der Schieber angebrachte durchgehende Abweisewinkel (Spritzdächer), die den Getreidestrom fein verteilen und in innige Berührung mit Luft bringen. Gleichzeitig mit der Umlagerung und Lüftung findet eine Reinigung des Getreides von leichteren Beimengungen statt. Der Rückstand auf dem oberen Lagerboden (etwa $^{1}/_{10}$ der Getreidemasse) wird den Riesellöchern von Hand zugeführt. Das Abrieseln einer Getreidescheibe von 1,2 m Schütthöhe erfordert nach den Beobachtungen in den neuen Speichern der Heeresverwaltung in Berlin (das Fassungsvermögen eines Bodens beträgt dort rund 250—300 t) etwa 10 Minuten, während bei Handarbeit nur rund 2,5 t in 1 Stunde umgestochen werden können. In bezug auf Raumausnutzung (s. unten) hat jedoch der Bodenspeicher mit Rieselung gegen den gewöhnlichen Bodenspeicher den Nachteil, dass stets ein Lagerboden frei sein muss. Besonders gut eignet sich das System für Speicher mit möglichst einheitlicher Fruchtart (Mühlen, Mälzereien, Futterspeicher; Inhalt der Mühlenspeicher bei grossen Mühlen gleich der 25—30fachen Tagesvermahlung). Die Kosten der Rieseleinrichtung betragen für 1 qm Bodenfläche etwa 2,75—3 *M.* [13].

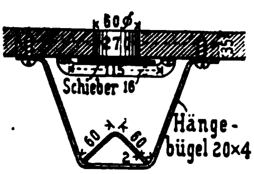


Abb. 555. Rieseleinrichtung.

Literatur: [1] Buhle, Glasers Annalen 1899, I, S. 74 ff.; II, S. 68 ff.; Ders., Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, S. 20 ff., 50 ff.; Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 921 ff., 1899, S. 87 ff., 1900, S. 170 ff., 1904, S. 224 ff., 264 ff., 346 ff.; Ders., T. H., I, 1901, S. 70 ff., 128 ff.; II, 1904, S. 16, 108, 152, 162, 194 ff.; Fischer, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1891, S. 924 ff.; Zimmer, Exc. Min. of Proc. Inst., Civ. Eng. 1902—03, S. 5 ff.; Baumgartner, Handbuch des Mühlenbaues und der Müllerei, Berlin 1900, I, 1, S. 504 ff.. I, 2, S. 771 ff.; Buhle, Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses 1904, S. 286 ff.; Ders., Wasser- und Wegebau 1904, S. 56 ff. — [2] Schillings Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1896, Nr. 18. — [3] Buhle, T. H., II, Textblatt 4 (200 t/st); ferner Lufft, Dingl. Polyt. Journ. 1907, S. 786 (400 t/st.). — [4] Ders., Deutsche Bauztg. 1904, S. 546 ff. — [5] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 88 ff.; Baumgartner (s. oben [2]), I, 2, S. 801 ff. — [6] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1893, S. 1299, 1899, S. 229. — [7] Ebend. 1893, S. 1352. — [8] Zimmer (s. oben [2]), S. 47. — [9] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 715 ff., 1907, S. 410, 624 und 1487. — [10] Buhle, T. H., II, S. 18. — [11] „Stahl und Eisen" 1907, S. 276. — [12] Buhle, T. H., III, S. 227. — [13] Berlin und seine Bauten, Berlin 1896, 1. Teil, S. 500.

c) Beliebig gerichtete Förderung.

1. **Becherförderer** oder **Konveyor** (Förderkette, Becherkette, Becherkabel) [1] dienen zur gleichzeitigen Förderung in senkrechter oder geneigter — aufwärts wie abwärts (Cornet-Förderer, s. unten und [2]) — und in wagerechter (d. h. also in beliebiger) Richtung (Abb. 556), insbesondere zum Bekohlen von Kesselhäusern (s. d. und Abb. 563 und 579), von Speichern für Städteversorgung u. dergl. (s. Haufenlager und Abb. 576), ferner für Lokomotivbekohlungsanlagen (s. d. und Abb. 577) sowie für Kohlenwäschen, Kokereien. Gasanstalten (s. d. und Hochbehälter, bezw. [3]), Hüttenwerke (s. d. und Abb. 556), chemische Fabriken u. s. w. Ist die Länge der wagerechten Förderung sehr gross im Verhältnis zum Hubweg, so verwendet man besser Elevatoren (s. d.) mit anschliessenden Gurtförderern (s. d., insbesondere s. daselbst auch das über „Stahltransportbänder" Ausgeführte), Kratzer (s. d.), Schwerkraftbahnen (s. d.), Hänge- oder Luftseilbahnen (s. d.) u. s. w. Im übrigen vgl. auch Bagger (s. unten) [4] und Massentransport.

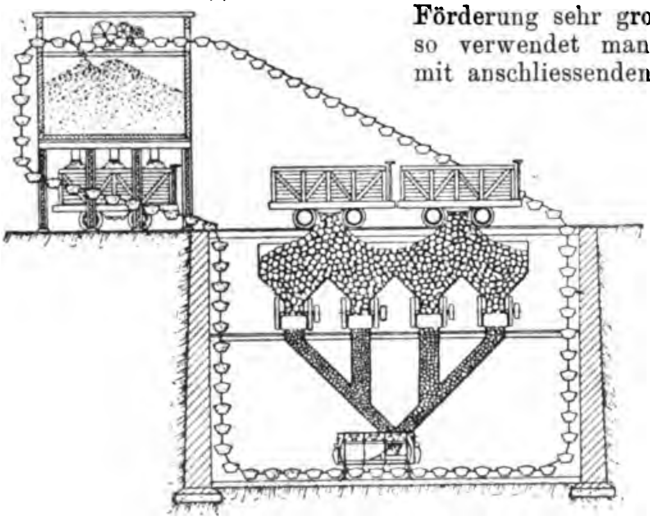


Abb. 556. Hunt-Pohlig-Konveyor für Erzzerkleinerungsanlagen.

1. Der Huntsche Konveyor [5], ausgeführt von J. Pohlig, A.-G., in Cöln (Abb. 557—562 und Zahlentafel 61), besteht aus doppelter Laschenkette, in deren Gelenken auf Schienen laufende Hartgussrollen mit Dauerschmierung (ölgetränkte Schwämme in der hohlen Nabe) angeordnet sind. Zwischen den Ketten sind stets aufrechthängende, überall ohne Verlust mit Füllklappen oder Trichterketten füllbare Becher schwingend aufgehängt (Schwingungspunkt über dem Schwerpunkt). Die Becher hängen dicht aneinander oder in bestimmten Abständen. Zum Entleeren dient auf dem oberen wagerechten Strange an beliebig einstellbarer Stelle ein Entladefrosch, der die Becher kippt. Antrieb von beliebiger Kraftmaschine mittels Kurvenrades oder Daumenantriebes. In den Kurven wird die Kette von besonderen Schienen oder Rädern getragen. An geeigneter Stelle Federspannvorrichtung zum Spannen der Kette. Führung der Kette nur in einer Ebene zu empfehlen. Der Arbeitsaufwand für den Betrieb des Konveyors setzt sich zusammen aus der Arbeit zur Ueberwindung der Reibungswiderstände (etwa $^1/_{25}$ des Gewichtes der bewegten Becherkette einschliesslich des in den Bechern befindlichen Gutes) und aus der Arbeit zum Heben der Nutzlast. Leistung bis über 150 t/st möglich.

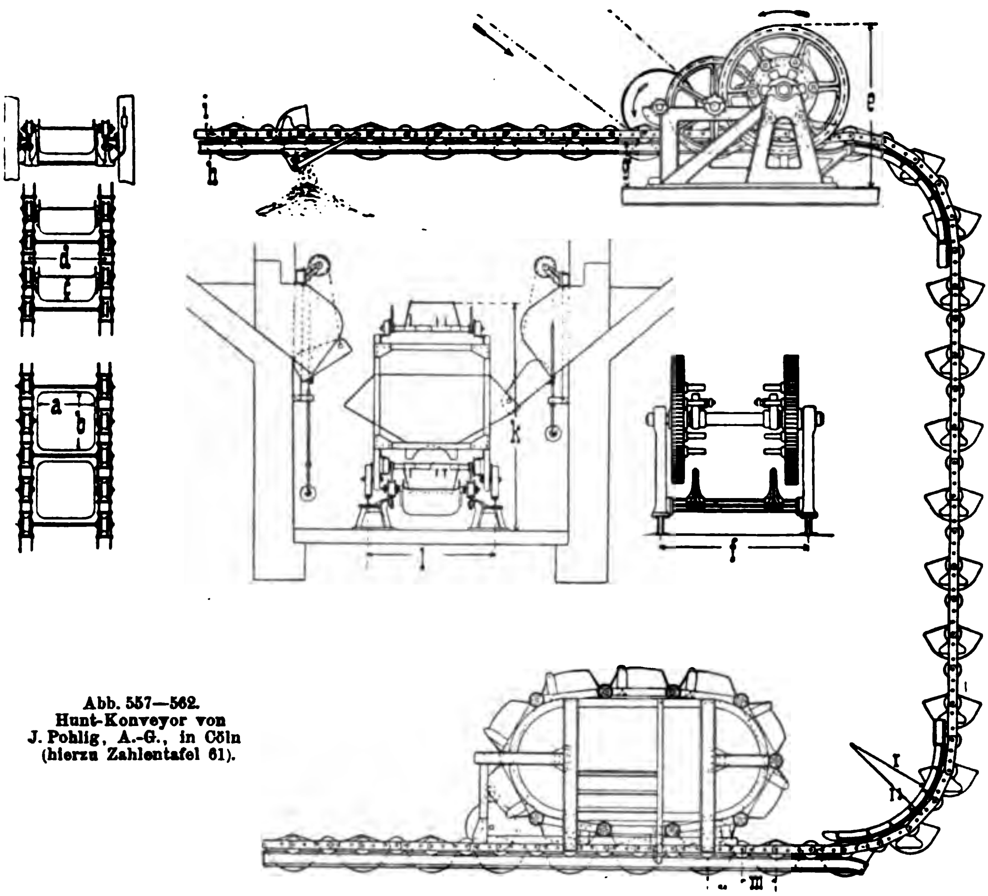


Abb. 557—562. Hunt-Konveyor von J. Pohlig, A.-G., in Cöln (hierzu Zahlentafel 61).

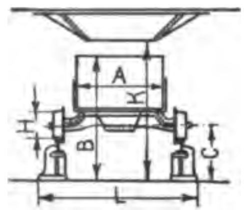
Zahlentafel 61. Normale Konveyorketten von Hunt-Pohlig (Abb. 557—562). Fahrgeschwindigkeit 0,15—0,20 m.

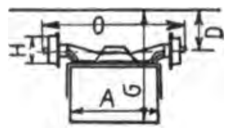
Nr.	1	2	3	4	5
Inhalt in l	10	20	50	100	150
Leistung in t/st	8—10	15—20	25—30	40—50	60—80
Gewicht der Kette in kg/m .	50	80	120	140	170
a mm	300	450	600	800	1000
b „	280	290	600	600	600
c „	145	190	260	280	350
d „	520	670	850	1050	1250
e „	1490	1440	1630	1630	1630
f „	1050	1200	1550	1750	1950
g „	535	535	510	510	510
h „	130	130	130	130	130
i „	50	50	65	65	65
k „	1750	1750	1950	1950	1950
l „	770	920	1100	1300	1750
m „	350	350	350	350	350
n „	350	350	700	700	700
r „	750	750	900	900	900
r_1 „	880	880	1045	1045	1045

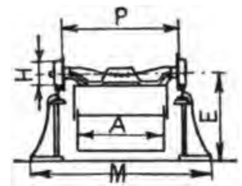
Nach [6] ist der Reibungswiderstand auf der ebenen Förderbahn 1% des Eigengewichtes der Kette und dazu 2% des Fördergutes; jährliche Abschreibung 2%, jährliche Unterhaltung 2%.

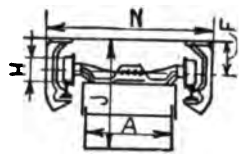
Zahlentafel 62.

Abmessungen des Bradley-Becherwerkes der Bamag (Abb. 565—575).[1])





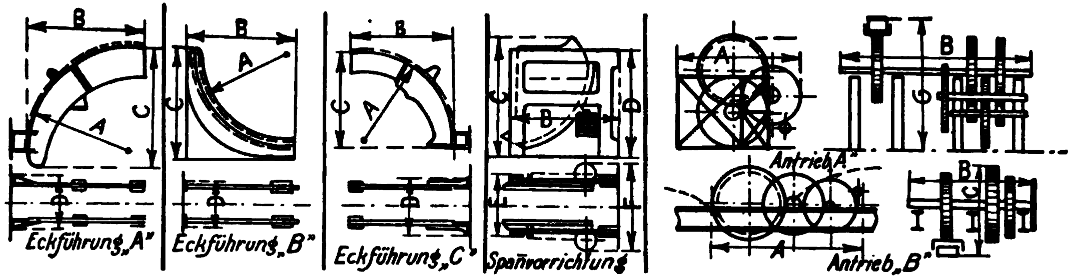




Leistung in t/st	Geschwindigkeit in m/min	Becherinhalt in l	Kohleninhalt eines Bechers in kg	Gewicht für den laufenden m in kg (rund)		Unterer Lauf in mm		Senkrechter Lauf in mm		Oberer Lauf in mm stehend		Oberer Lauf in mm hängend		Teilung in mm
				leer	beladen	Breite	Höhe	Breite	Höhe	Breite	Höhe	Breite	Höhe	
30	15,2	14,2	13,6	164	200	915	763	765	610	1020	610	915	685	380
50	15,2	20	18,2	178	225	1070	763	915	610	1170	610	1070	685	380
90	16,5	55,5	44,5	233	318	1170	915	1040	765	1270	840	1170	890	535
100	16,5	60	47,7	242	332	1220	915	1090	765	1330	840	1220	890	535
120	16,5	71,5	57,5	265	372	1373	915	1250	765	1480	840	1375	890	535

Leistung	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*I*	*K*	*L*	*M*	*N*	*O*	*P*
30	460	660	295	160	460	180	520	130	605	740	820	940	865	715	610
50	610	660	295	160	460	180	520	130	605	740	975	1095	1020	865	765
90	715	800	320	190	610	230	675	180	800	890	1075	1195	1120	985	865
100	765	800	320	190	610	230	675	180	800	890	1125	1245	1170	1035	915
120	915	800	320	190	610	230	675	180	800	890	1280	1410	1320	1190	1070

[1]) Vgl. hierzu auch T. H., I, S. 187 ff. (Journ. f. Gasbeleucht. u. Wasservers. 1901, S. 626 ff.) sowie T. H., III, S. 94 ff., und Tafel 2 („Glückauf" 1905, S. 158 ff. und Tafel 1).



Leistung in t/st	Eckführung „A" in mm					Eckführung „B" in mm					Eckführung „C" in mm				
	A	B	C	D	Gewicht kg (rund)	A	B	C	D	Gewicht kg (rund)	A	B	C	D	Gewicht kg (rund)
30	2135	2440	2465	985	970	1835	2380	2270	995	1020	1835	2135	1990	990	785
50	2135	2440	2465	1145	990	1835	2380	2270	1150	1040	1835	2135	1990	1140	820
90	3050	3355	3430	1260	1400	3050	3680	3570	1260	1920	3050	3355	3050	1260	1380
100	3050	3355	3430	1310	1410	3050	3680	3570	1310	1940	3050	3355	3050	1350	1390
120	3050	3355	3430	1465	1440	3050	3680	3570	1465	1970	3050	3355	3050	1460	1420

Leistung in t/st	Spannvorrichtung in mm							Antrieb „A" in mm					Antrieb „B" in mm				
	A	B	C	D	E	F	Gewicht kg (rund)	A	B	C	PS. 15 m vertikal 30 m horiz.	Gew. ohne Motor u. Unterstützung kg (rund)	A	B	C	PS. 15 m vertikal 30 m horiz.	Gew. ohne Motor u. Unterstützung kg (rund)
30	1530	2300	2525	2320	1210	1720	3020	2600	4050	2825	10	3040	3200	2745	1910	10	2830
50	1530	2300	2525	2320	1360	1870	3050	2600	4200	2825	15	3730	3200	2900	1910	15	3500
90	2440	2940	3530	2940	1525	2000	4180	2900	4275	3050	18	5100	3350	3050	2060	18	4880
100	2440	2940	3530	2940	1580	2050	4200	2900	4325	3050	22	5200	3350	3100	2060	22	5000
120	2440	2940	3530	2940	1730	2200	4230	2900	4475	3050	25	5450	3350	2250	2060	25	5240

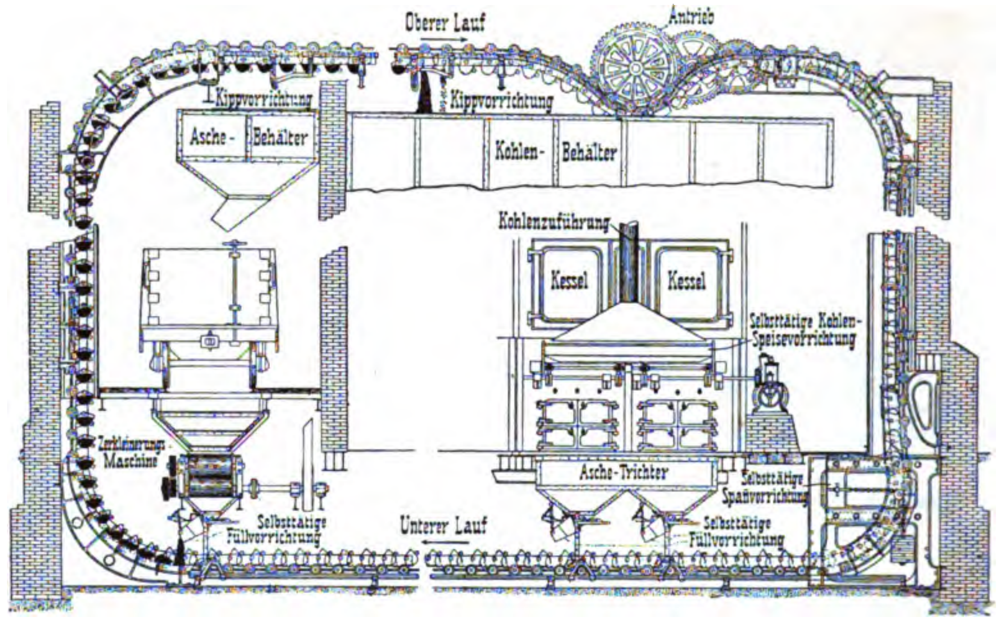


Abb. 563. Bradley-Bamag-Becherkabel für Kesselhausanlagen.

2. Das **Bradley-Becherkabel** [7], ausgeführt von der **Steel-Cable Eng. Co.** in Boston und der **Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft** (Abb. 563—575 und Zahlentafeln 62 und 63), besteht aus einem endlosen, in kurze, sich überdeckende, ein Lecken oder Ueberlaufen ausschliessende Abschnitte gegliederten, daher biegsamen Trog. Jeder Rinnenabschnitt ruht auf einer Achse mit zwei graphitgefüllten, selbstschmierenden Hohlrädern (Abb. 564), die auf Leitschienen laufen, und trägt einen um zwei seitliche Zapfen schwingenden Stahlblechbecher. Die Achsen sind in gleichen Abständen auf zwei (oder mehr) endlosen Drahtseilen (Stahlkabeln) befestigt, die sich während der Füllung **unter** den schützenden Bechern, bei der Entleerung **über** ihnen befinden. Verschleiss gering; grosse Betriebssicherheit, schnelle Reparatur und Auswechslung von Eimern oder schadhafter Seilstellen (Reservekabelstücke und -zillen) (Abb. 565), daher Betrieb billig. Füllung an irgend einer Stelle des senkrecht aufsteigenden oder des unteren wagerechten Laufes (selbsttätig oder von Hand), Entleerung im oberen wagerechten Lauf mittels Kippvorrichtung. An den Ecken Führungen; zum Straffziehen der Seile selbsttätige Gewichtspannvorrichtungen in festem eisernen Rahmenwerk, Antrieb durch Daumenrad mit Zahnrädervorgelege oder durch **Schleppkette**. Motor beliebig; für klebriges Gut Schüttelvorrichtung.



Abb. 564. Zapfenschmierung für Konveyorräder (Bamag).

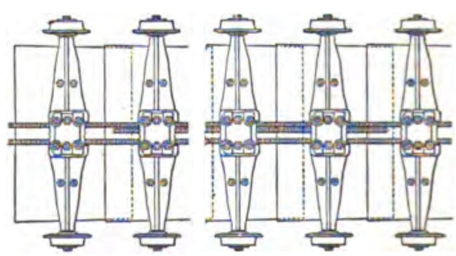


Abb. 565. Kabelspleissen des Bradley-Bamag-Konveyors.

Zahlentafel 63. Bradley-Bamag-Becherkabel (Abb. 563—575).

Geschwindigkeit					0,155 m/sk
Inhalt eines Bechers	14,2 13,6	20 18,2	50 40,5	60 48	70 l 56 kg
Abstände der Behälter	380	380	535	535	535 mm
Fördermenge	21	29	52	63	73 cbm/st
Gewicht des leeren Becherkabels	164	178	233	242	265 kg/m
„ „ gefüllten „	200	225	305	333	370 kg/m

Nach [6] wird für den Widerstand des beladenen wagerechten Laufes und des unteren leeren Rücklaufes zusammen $^1/_{15}$ des Gewichtes des beladenen Laufes gerechnet. Jährliche Abschreibungen 6 %, jährliche Unterhaltung 2 %.

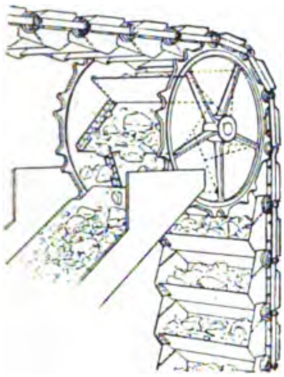


Abb. 578. Entladetrommel des Link-Belt-Konveyors.

3. Becherketten der Link-Belt Eng. Co. in Philadelphia und der Link-Belt Mach. Co. in Chicago [8], auch ausgeführt von W. Fredenhagen in Offenbach a. M., zeigen die ohne Erläuterung verständlichen Abb. 576 [9], 577 und 578 [10].

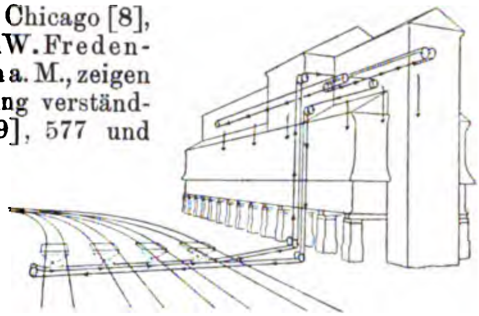


Abb. 576. 3000 t-Kohlenspeicher in Baltimore mit Becherförderern der Link-Belt Eng. Co. in Philadelphia.

4. Der Boussesche Kurvenkonveyor (vgl. [11]), sowie das

5. Schaukelbecherwerk von C. Schenck in Darmstadt (vgl. Abb. 579 und Zahlentafel 64), [12], besitzen grosse Anpassungsfähigkeit infolge ihrer in allen Ebenen möglichen Bewegungsfreiheit (senkrechte und wagerechte Kurven; man beachte z. B. in Abb. 579 die Stelle des Eintritts in den Hochbehälteraufbau). Der Konveyorstrang besteht aus einer Anzahl auf Schienen laufender, untereinander gelenkig gekuppelter Wagen, auf denen die Becher frei pendelnd aufgehängt sind.

6. Das Einschienenbecherwerk von A. Bleichert & Co. in Leipzig (Abb. 580 und 581) [13] ist im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass die Laufrollen auf einer einzigen Mittelschiene laufen und an ihren nach beiden Seiten verlängerten Achsen pendelnd aufgehängte Becher tragen, wobei das die Laufrollenachsen verbindende Zugorgan eine beliebig grosse Verdrehung um seine Längenachse zulässt. Infolgedessen kann das Becherwerk nach allen Richtungen im Raum frei bewegt werden. Vorteilhaft besteht

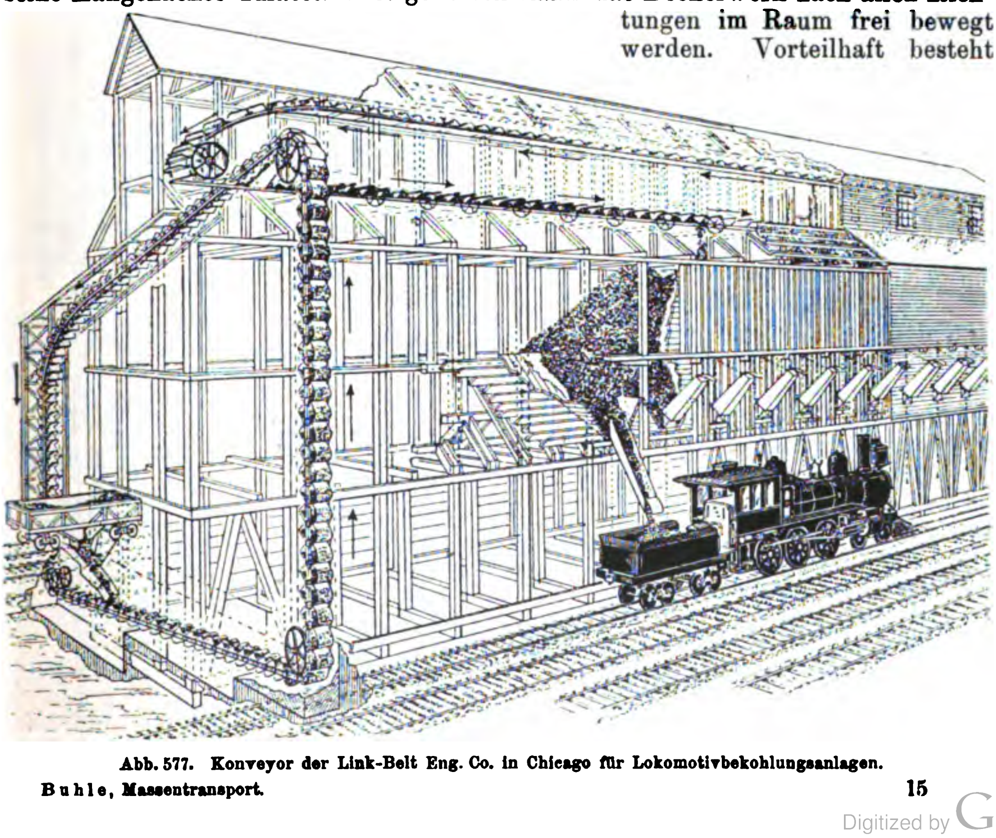


Abb. 577. Konveyor der Link-Belt Eng. Co. in Chicago für Lokomotivbekohlungsanlagen.

das Zugorgan aus einer Kette, deren Glieder mittels eines in der Längsrichtung des Zugorganes liegenden Gelenkbolzens verdrehbar miteinander verbunden sind. Die Becher sind in der Laufrichtung des Becherwerkes kippbar angeordnet und liegen mit ihren Rändern dicht aneinander oder übereinander, so dass das Becherwerk in den wagerechten Läufen ein lückenloses Förderband bildet. Vgl. a. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1908, S. 313 ff.

Zahlentafel 64. Schencksche Becherketten (Kohlen) (Abb. 579).

Nr.	Leistung in t/st	Geschwindigkeit in m/sk	Abstand der Becher in m	Inhalt der Becher in kg	Spurweite in mm	Stückgrösse der Kohle in mm	Abmessungen der Becher in mm: obere Länge	Breite	Tiefe	Raddurchmesser	Gewicht des vollständigen Bechers in kg
1	6—12	0,15—0,3	0,9	10	500	60	400	300	230	100	20
2	7—14	0,15—0,3	0,9	12	550	60	400	350	230	100	25
3	10—20	0,15—0,3	0,9	18,5	600	80	450	400	260	120	35
4	12—24	0,15—0,3	0,9	21	650	100	450	450	260	120	42
5	20—40	0,15—0,3	1,2	45	700	120	700	500	370	140	65
6	25—50	0,15—0,3	1,2	52	800	150	700	550	370	140	75

7. Kurvenbewegliches Becherwerk der Maschinenbauanstalt Humboldt in Kalk bei Cöln (vgl. 4—6 sowie [14]).

8. Das Cornetsche Verladeband von Schüchtermann & Kremer in Dortmund. Die genannte Firma verwendet dieses Transportmittel besonders in ihren Kohlenwäschen und -aufbereitungen sowie als Lese- und Verladebänder für Kohlen. Auch hier werden zwei Arten unterschieden; während die Bänder zum Tragen des Förderguts beim Transport von Förderkohle mit Platten (Abb. 582 bis 584) ausgerüstet sind, werden sie bei Stückkohle mit Rundeisen versehen, die, gleichsam einen biegsamen Rost bildend, zwischen die beiden Kettentrümer genietet sind (Abb. 585 bezw. 586 und 587). Die Kohlen werden vom Rätter auf das Band gegeben, auf den wagerechten Abschnitten ausgelesen und sodann den Eisenbahnwagen zugeführt. Um den schädlichen Fall der Kohle so klein wie irgend möglich zu bemessen, können die an Ketten *K* aufgehängten Enden der Bänder *E* um die festgelagerten Punkte *P* pendeln. Die Abwurfstelle kann durch eine kleine Schneckenradwinde *W* (Abb. 586 und 587) entsprechend der Lagerungshöhe des Förderguts in den Eisenbahnbetriebsmitteln eingestellt werden. Der Dreharm *D* ist durch ein Gegengewicht *G* ausgeglichen. Hier wird die Kohle aber nicht wie bei einem Becherwerk oder wie bei den zuvor

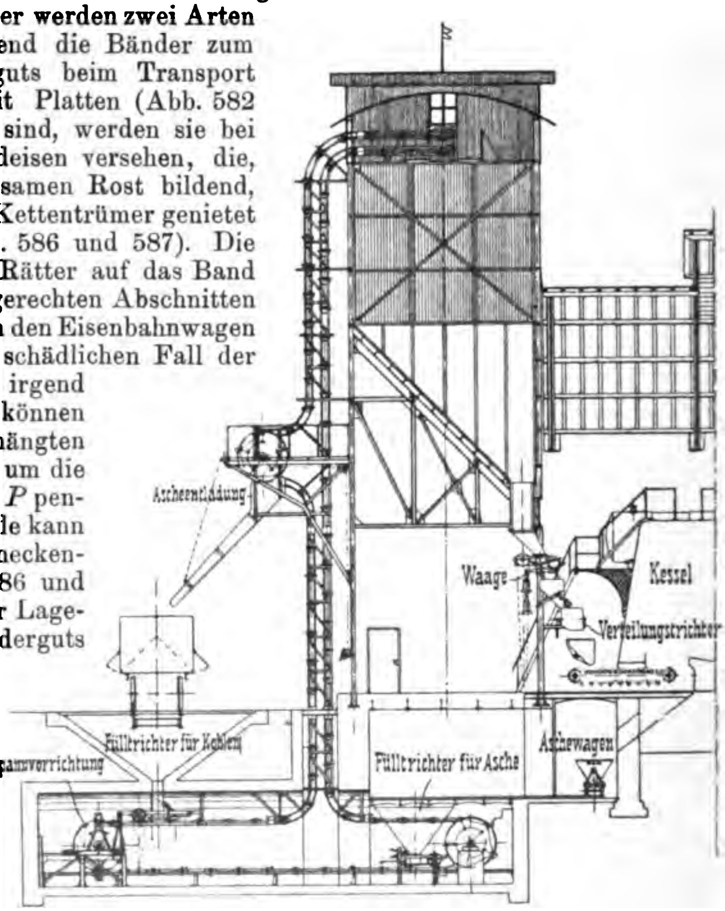


Abb. 579. Becherkette von Schenck in Darmstadt.

besprochenen geneigten Stahltransportbändern mit Hilfe des Transportmittels gehoben, vielmehr wird das Fördergut gesenkt (Pfeile in Abb. 582, 584 und 586). Der

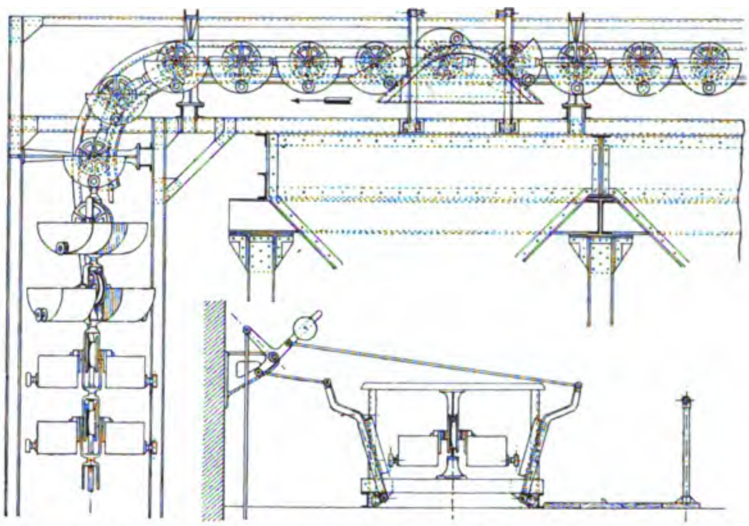


Abb. 580 u. 581. Einschienenbecherwerk von A. Bleichert & Co. in Leipzig (vgl. Abb. 754).

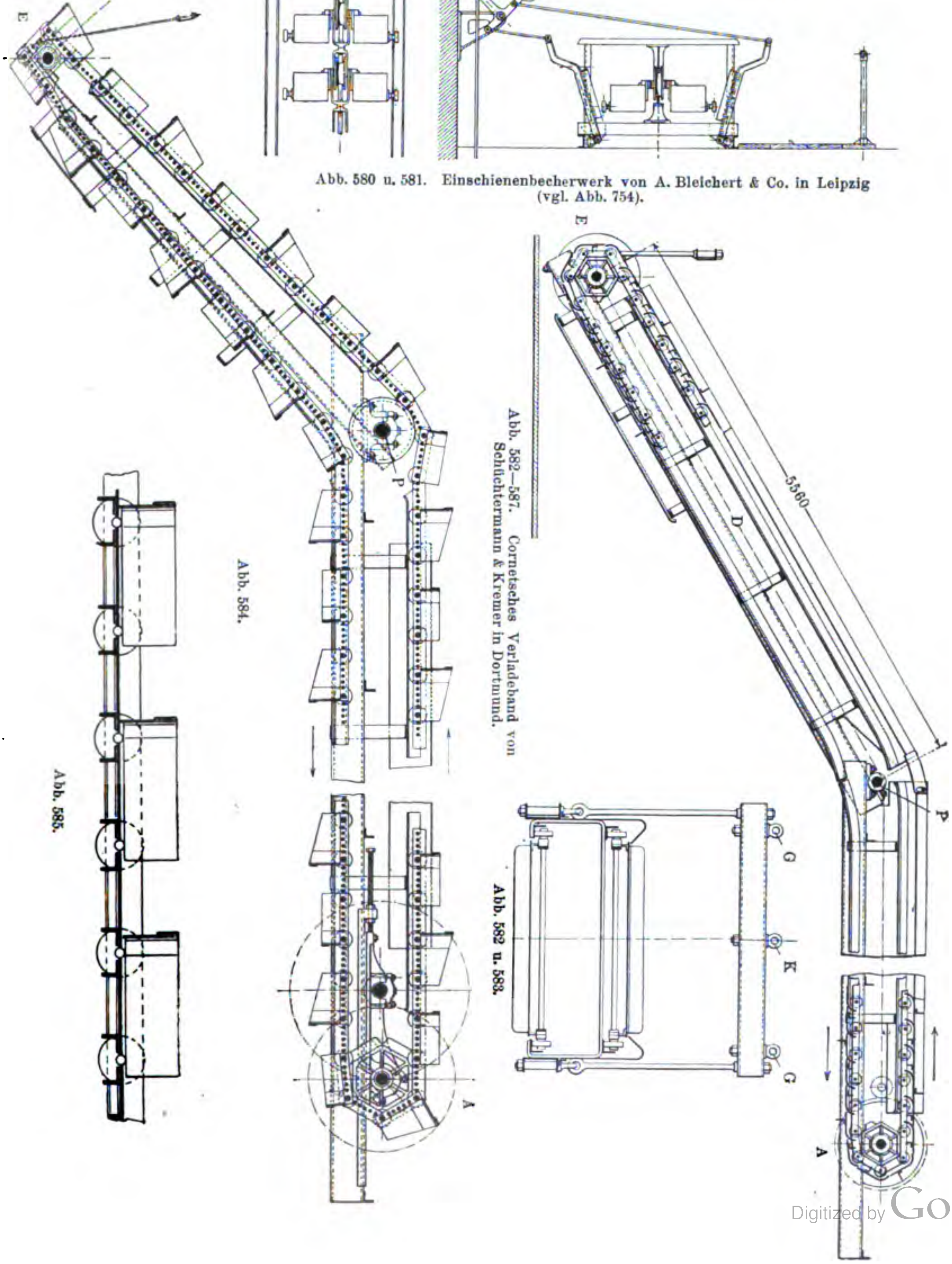


Abb. 584.

Abb. 585.

Abb. 582 u. 583.

Abb. 582—587. Cornetsches Verladeband von Schüchtermann & Kremer in Dortmund.

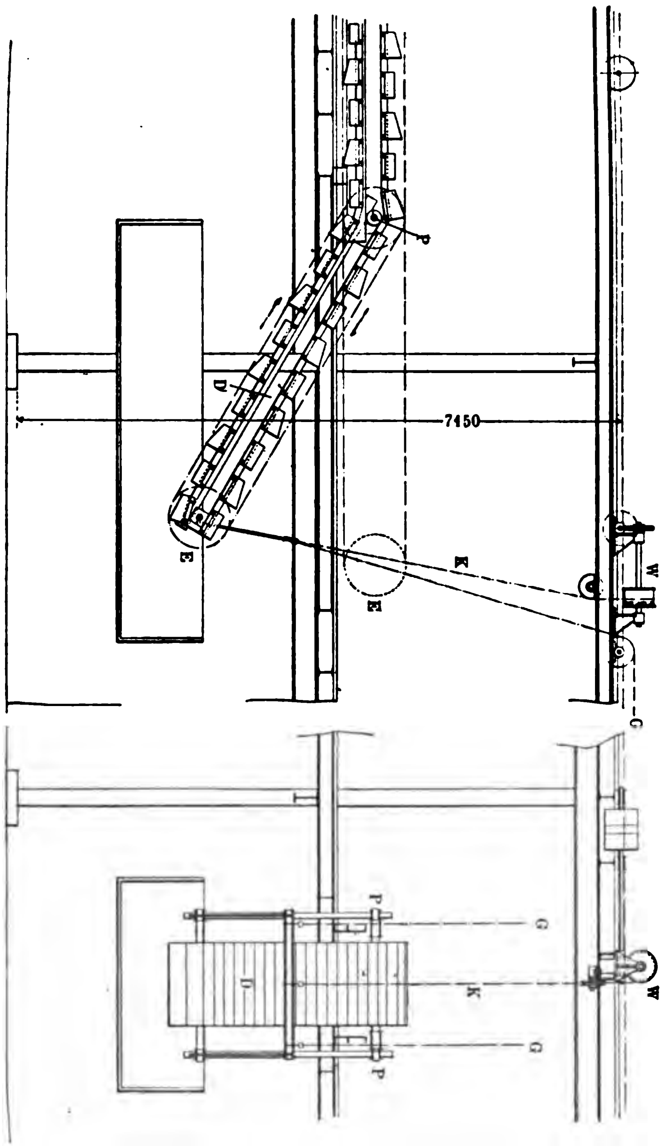


Abb. 586 u. 587.

Antrieb *A* erfolgt sowohl bei den Bändern mit Tragplatten wie bei denen mit Rundeisen durch sechsseitige Trommeln, welche mit den Vorgelegewellen in gemeinsamen Gussstücken verschiebbar gelagert sind. Bei den Plattenbändern ist auch die Abwurfwelle sechskantig ausgebildet, während die Stabbänder daselbst Vierkantturasse besitzen. Beide Bänder werden mit Laufrollen ausgestattet, die mit Winkeleisen laufen. Um den Arbeitsverbrauch möglichst klein zu halten, ist die Bahn durch übergebogene Schutzbleche (Abb. 583) gegen grobe Verunreinigungen gesichert.

9. Ueber einige weitere Systeme sowie über etliche bemerkenswerte Einzelheiten (Speisevorrichtungen u. s. w.) der obigen Bauarten s. [14]; bezüglich des S t o t z schen Schaukelförderers s. a. S. 63.

Literatur: [1] Buhle, T. H., III, S. 320; ferner: Ders., Glasers Annalen 1898, II, S. 72 bezw. 92 ff.; T. H., I. S. 107 bezw. S. 137 ff. (Schillings Journ. f. Gasbel. und Wasservers. 1900, S. 429 ff. bezw. 1901, S. 626 ff.); „Hütte“, 19. Aufl., I, S. 1258 ff.; T. H., III, S. 93 ff. („Glückauf“ 1905, S. 157 ff.); Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 93 ff. — [2] Buhle, T. H., III, S. 110 ff. („Stahl und Eisen“ 1905, Nr. 18). — [3] Ders., ebend., I, S. 80 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 513). — [4] Ders., ebend., III, S. 73, Fig. 42 (Gewerbefleiss 1904, S. 287, Fig. 15 und 16). — [5] Ders., Glasers Annalen 1898, II, S. 85 ff.; T. H., I, S. 43 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1354); III, S. 294 (Elektr. Bahnen und Betriebe 1906, S. 538). — [6] Schimpff, die Strassenbahnen in den Ver. Staaten von Nordamerika, Berlin 1903, S. 86 ff. — [7] Buhle, T. H., I, S. 15 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 86), ferner S. 107 und S. 137 ff. (Schillings Journ. 1900, S. 429, und 1901, S. 626 ff.); T. H., III, S. 93 („Glückauf“ 1905, S. 157 ff.), S. 297. (Elektr. Bahnen und Betriebe 1906, S. 539); ders., Elektr. Kraftbetr. und Bahnen 1907, S. 610. — [8] Ders., ebend., I, S. 53 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1388 ff.). — [9] Ders., ebend., I, S. 62 und 67 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 79 ff. und 119 ff.). — [10] Ders., ebend., III, S. 97 („Glückauf“ 1905, S. 162); vgl. a. T. H., III, S. 216. — [11] Ders., ebend., II, S. 65 ff. („Stahl und Eisen“ 1903, S. 1326 ff.); ferner v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 322. — [12] Buhle, T. H., III, S. 231 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 284), S. 269 und 272 („Stahl und Eisen“ 1906, S. 794 und 855); v. Hanffstengel, Dingl. Polyt. Journ. 1906, S. 323. — [13] Buhle, T. H., III, S. 231 und 270 (s. [12]); ders., Elektr. Kraftbetr. und Bahnen 1907, S. 631. — [14] Buhle, T. H., I, S. 47 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1359), und v. Hanffstengel, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1345 ff., und 1908, S. 121 ff.

2. **Eimerförderer** oder **Eimerkettenbagger**[1]) (s. a. Löffelbagger [Krane für Massentransport]) dienen (wie die Bagger im allgemeinen) zum Ausheben und Fortschaffen von Erdmassen in grösseren Mengen. Sie werden unterschieden in Nassbagger und Trockenbagger.

α) Nassbagger oder Schwimmbagger. Die Schiffskörper sind in der Regel aus Flusseisen und Stahl, die Eimerleitern und Aufbauten für die Turastransmission und die Leiterhebevorrichtungen aus Blechträgern und Profileisen hergestellt. Die Hartguss- oder Stahlgussrollen zur Führung der flusseisernen oder flussstählernen Eimerketten sind auf Achsen aufgepresst, deren Enden Gussmuffen tragen, die in Lagern mit auswechselbaren Stahlschalen laufen. Die aus Stahlguss oder Hartguss oder mit auswechselbaren Stahlbalken oder -platten versehenen Turasse sind gleichfalls auf die Achsen aufgepresst und durch Keile gesichert. Die gebördelten und gekümpelten, zweckmässig aus Martinstahlblech gefertigten Eimer sind mit Stahlmessern ausgerüstet; bei grösseren Ausführungen Eimerrücken mit Boden und Schaken aus einem Stahlgussstück bestehend, Mantel mit Messer aufgenietet. Eimer auswechselbar ohne Kettendemontage. Die Einfachgelenke der Eimerkette sind mit eingepressten Stahlbüchsen, die Bolzen aus Weichkernstahl oder naturhartem Spezialstahl mit Rechteckköpfen versehen und durch flache Splinte gesichert. Wegen Auswechselbarkeit obere Turasse und Antriebskettenräder zweckmässig zweiteilig. Vielfach sind zur Abschwächung der Stösse und zur gleichmässigen Verteilung des Auflagerdruckes Blatt- und Schneckenfedern in die Eimerleiter und deren Aufhängung sowie an den Achsbüchsen eingeschaltet. — Die häufig vom Steuerständer aus betätigten, vorwärts- und rückwärtslaufenden Winden werden oft durch Längstransmissionen mittels Kegelräder und Reibungskegel von der Dampfmaschine angetrieben; Sicherheitskupplung zur Vermeidung von Brüchen. — (Nach Angaben der Dresdener Maschinenfabrik, A.-G.) — Für grössere Leistungen als 10 cbm/st in der Regel Dampfbagger. Neuere Ausführungen (bis 2000 t/st) s. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 408.

Man unterscheidet Hinterschütter, Seitenschütter und Bagger mit drehbarer Schüttrinne. Mittelschlitz nach vorn durchgeführt, wenn Freibaggern zu berücksichtigen; wenn Brücken zu passieren, Schornstein, Dampfausblaserohr und Bockoberteile abklappbar bezw. leicht abnehmbar anzuordnen, Eimerleiter zum

---

[1]) In der Regel werden bei den Baggern allgemein unterschieden:

I. Nassbagger (fahrbar auf Prahmen oder Schiffsfahrzeugen), angewandt
  1. zur Gewinnung von unter Wasser befindlichen Bodenmassen (Kies u. s. w.),
  2. zur Herstellung von Grundbauten, Ausheben von Baugruben u. dergl.,
  3. Herstellung und Erhaltung von Fahrrinnen,

II. Trockenbagger (fahrbar auf Schienen), zur Herstellung von Kanälen, Dämmen und Einschnitten sowie für Abraumarbeiten in Braunkohlengruben, bei Spülversatzanlagen u. dergl.,

III. Einrichtungen zur Beförderung von Baggermaterial (Prahme, selbstentladende Eisenbahnwagen oder Gurtförderer [bis über 1200 t/st; vgl. S. 195, Abb. 474, und Zentralbl. d. Bauverw. 1900, S. 376] bezw. Röhren oder Schüttelrinnen u. s. w.) — s. unten. —

I und II werden unterteilt in:
- A. Bagger mit unterbrochener Förderung.
  - a) Stielbagger (Sackbagger, Schaufel, Rechen, Baggersack; 0,01—0,09 cbm Inhalt, 1—2 m Baggertiefe, Löffelbagger oder Dampfschaufel [Inhalt 0,6—4,8 cbm]) — s. S. 137 ff.,
  - b) Stiellose Bagger (Zangenbagger, Priestman [S. 103 ff., Abb. 256—259]; Greifbagger, Menck & Hambrock in Altona, s. Greifer, S. 108).
- B. Bagger mit stetiger Förderung.
  - a) Gefässbagger oder Eimerkettenbagger,
    - *α*) Radbagger (selten),
    - *β*) Kettenbagger,
      - 𝔄. Schaufelkettenbagger (Moddermühlen),
      - 𝔅. Eimerkettenbagger,
        - 𝔞. mit senkrechter Leiter (Vertikalbagger)
        - 𝔟. mit geneigter Leiter
        - } s. a. unten (Abwässerreinigung),
  - b) Sauge- oder Pumpenbagger, Abb. 630 (s. Druckwasserförderer),
    - *α*) Kolbenpumpenbagger,
    - *β*) Kreiselpumpenbagger.

Niederlassen einzurichten. Bei grösseren Baggern Selbstfortbewegung mittels Schiffsschraube. Vielfach Anordnung von Laderäumen im Bagger für das geförderte Material; Entleerung durch Boden- oder Seitenklappen. Bei Baggern mit schwimmender Rohrleitung (auf Pontons) Baggergut in Behälter an der inneren Bordwand des Schiffes verstürzt, durch Rührwerk mit Wasser gemengt und von Kreiselpumpen an Land gedrückt.

Schwimmelevatoren zum Entleeren von Baggerprahmen bestehen aus zwei durch Eimerleitergerüst verbundenen Pontons (Leistung bis 120 cbm/st); gebräuchliche Baggerprahme 40, 60 und 250 cbm.

β) **Trockenbagger** (Exkavatoren), meist fahrbar mit seitlichen Eimerketten, und zwar für Tiefbaggerungen („Arbeiten unter Terrain") nach

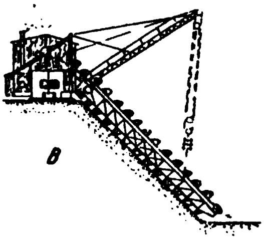


Abb. 588.

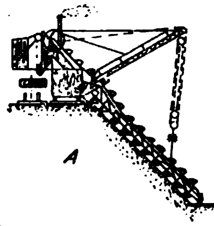


Abb. 589.

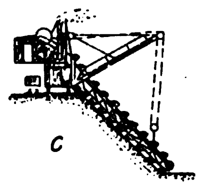


Abb. 590.

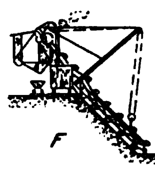


Abb. 591.

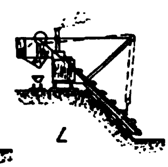


Abb. 592.

Abb. 588—592, 593 und 594, für Hochbaggerungen („Arbeiten über Terrain") nach Abb. 595, 596 und 597; vgl. die Zahlentafeln 65 und 66. Bei Verwendung dieser Bagger bedient man sich gern der entweder frei durchhängenden oder zwangläufig geführten normalen Tiefbaggereimerkette, weil dadurch der Umbau eines Tiefbaggers zur Hochbaggerung leicht, schnell und billig vorgenommen und infolge des in der Leiter vorgesehenen Knickpunktes eine ebene Sohle hergestellt werden kann, die das Verschieben der Baggergleise seltener nötig macht und ebenfalls zugleich erleichtert und verbilligt. Hauptsächlich werden heutzutage verwandt:

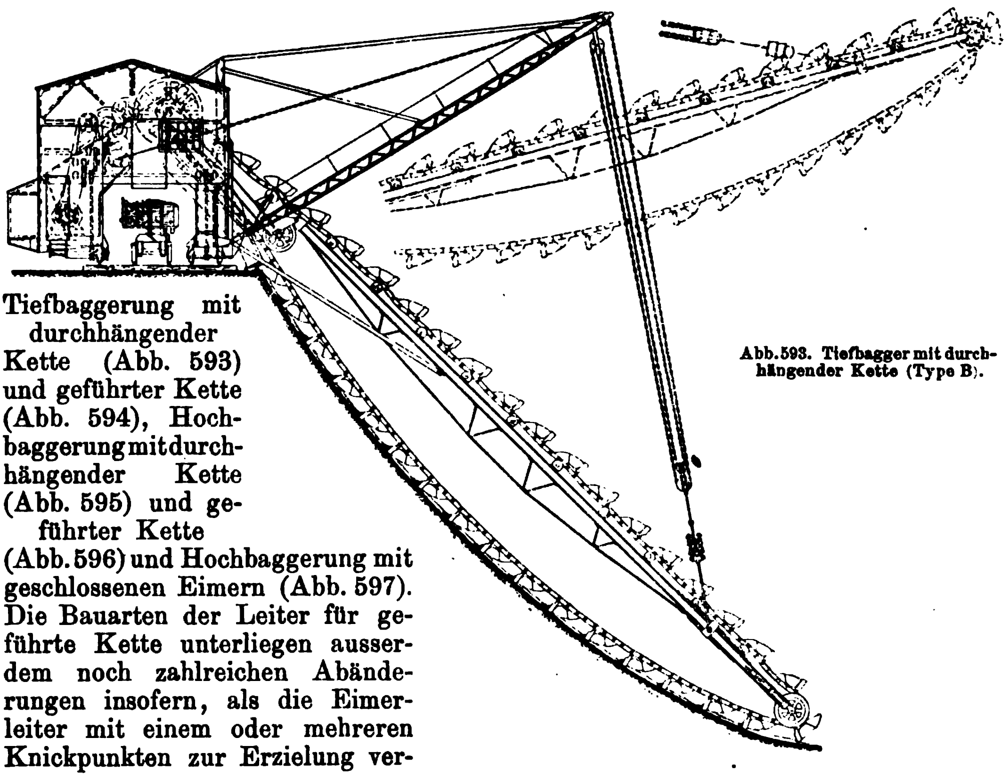


Abb. 593. Tiefbagger mit durchhängender Kette (Type B).

Tiefbaggerung mit durchhängender Kette (Abb. 593) und geführter Kette (Abb. 594), Hochbaggerung mit durchhängender Kette (Abb. 595) und geführter Kette (Abb. 596) und Hochbaggerung mit geschlossenen Eimern (Abb. 597). Die Bauarten der Leiter für geführte Kette unterliegen ausserdem noch zahlreichen Abänderungen insofern, als die Eimerleiter mit einem oder mehreren Knickpunkten zur Erzielung ver-

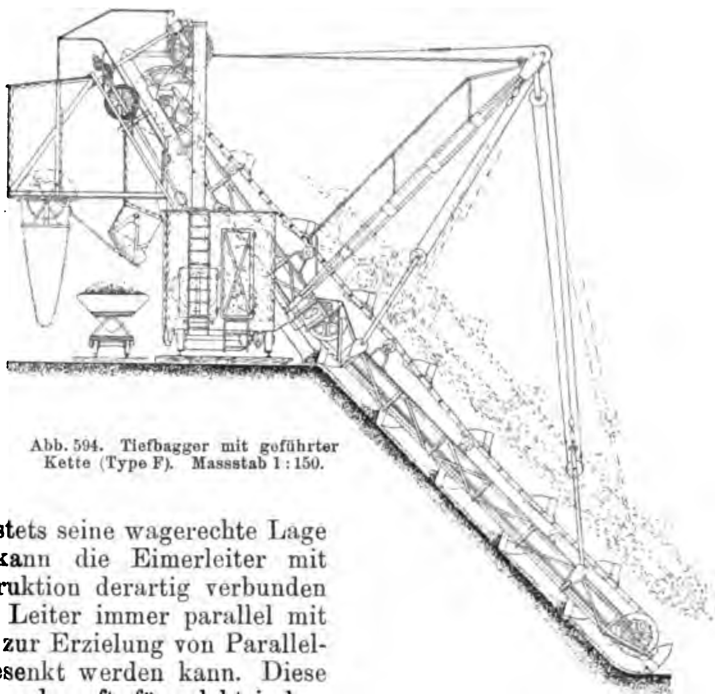


Abb. 594. Tiefbagger mit geführter Kette (Type F). Massstab 1 : 150.

schiedener Baggertiefen bei derselben Böschung oder auch zur getrennten Abtragung verschiedener übereinander gelagerter Stoffe versehen wird oder auch an ihrem unteren Ende zur Herstellung einer ebenen Grubensohle ein wagerecht gerichtetes Eimerstück besitzt. Das letztgenannte Leiterstück, dessen Länge je nach der verlangten Baggertiefe einzurichten ist, kann ausserdem so angeordnet werden, dass es bei allen Baggertiefen selbsttätig stets seine wagerechte Lage beibehält, und weiter kann die Eimerleiter mit einer oberen Leiterkonstruktion derartig verbunden werden, dass die untere Leiter immer parallel mit ihren Anfangsstellungen zur Erzielung von Parallelschnitten gehoben und gesenkt werden kann. Diese Bagger sind neuerdings sehr oft für elektrischen Antrieb eingerichtet worden. Erfahrungsgemäss eignen sich am besten Gleichstrom und Drehstrom von nicht zu hoher Spannung, während mit einphasigem Wechselstrom bisher nicht gleichgute Ergebnisse erzielt wurden. Die beiden kleinsten Typen sind auch schon für Antrieb durch Explosionsmotor gebaut.

Ausschüttung entweder in untergefahrenen Kippwagenzug, der parallel zum Gleis des Baggers hinter demselben (Type A, C, F und L, Abb. 589—592 und 594—597) oder zwischen dem Baggergleis steht (Type B, Abb. 588 und 593) — letzteres bei schwerem Boden mehr zu empfehlen (Durchfahrt für 100 bis 150pferdige Lokomotive)[1]); oder das Baggergut wird

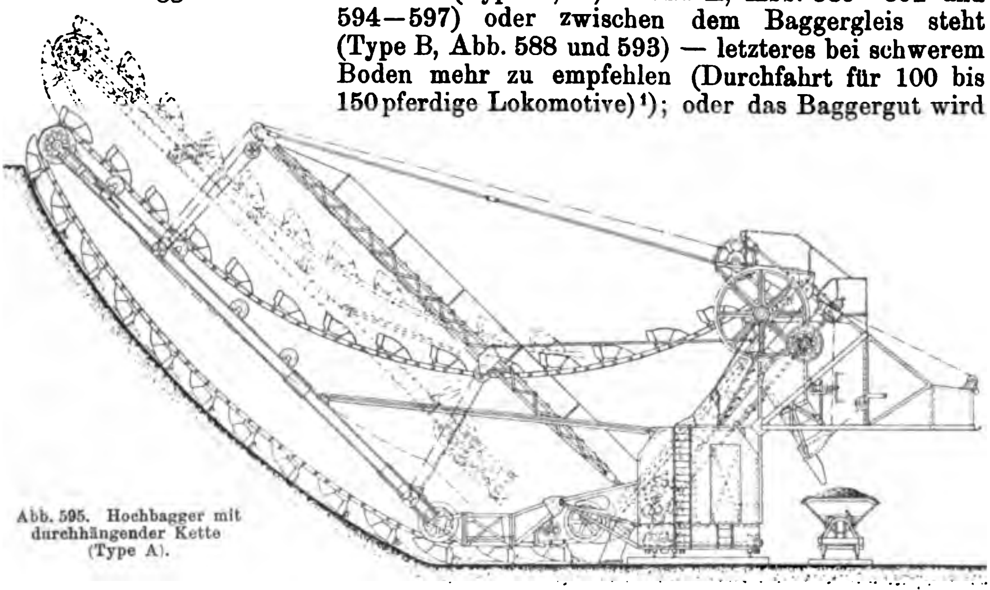


Abb. 595. Hochbagger mit durchhängender Kette (Type A).

[1]) Für Baggerleistungen von 150—200 cbm/st meist Züge von 30 Wagen mit je 3—3½ cbm Boden, d. h. rund 100 cbm/Zug; bei Leistungen von 250 cbm/st und mehr 4 cbm-Wagen zu empfehlen (Lokomotiven 120—150 PS.; Wagenspur bei Type B in der Regel 90 cm, für Type C, F und L 70—50 cm). — Kleinere Trockenbagger (Type C, F und L) für Abraumarbeiten im Tagebergbau und in der Tonindustrie (Beförderung der Rollwagen auch durch Menschen oder Tiere; Aufspeicherung einer Wagenladung in einem Schüttkasten am Bagger). Wagen vielfach ein- oder zweiseitig kippende Holzkastenkipper. — Bezügl. der Erdförderung vgl. a. S. 90 ff. u. 138.

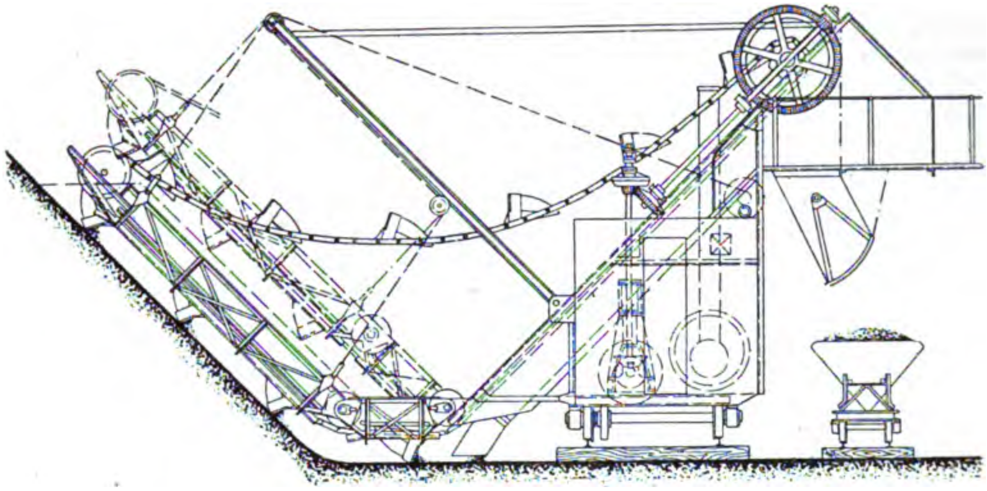


Abb. 596. Hochbagger mit geführter Kette (Type L).

mittels Transportkette oder Band zur Dammschüttung benutzt (bereits bis zu 30 m freischwebend ausgeführt); dabei fährt der Bagger.

Wegen des Gleisrückens erhält das Arbeitsgleis die drei- bis fünffache Länge des Transportwagenzuges.

Vorteile der Trockenbagger bei Tiefbaggerungen gegenüber den Schwimmbaggern: nur einmaliges Umladen, grössere Leistung, kleinere Beschaffungs- und Unterhaltungskosten; Nachtbetrieb fast so sicher durchzuführen wie am Tage.

Fördermittel, welche stetig nach beliebiger Richtung wirken, werden voraussichtlich, insbesondere in nächster Zukunft, von ganz hervorragender Bedeutung sein. Das gilt in erster Linie von den Baggern, die bei den in Deutschland bevorstehenden und in Panama bereits im Gang befindlichen Erdarbeiten berufen sind, darzutun, dass derartige Massenförderungen auch zu dem Arbeitsgebiet des Transportmaschineningenieurs gehören. Dem Vernehmen nach sind für den Panamakanal nicht weniger als 80—100 Erdbagger mit Dampfbetrieb für die Erdbewegungen vorgesehen, deren Jahresarbeitsleistung (unter Ansetzung

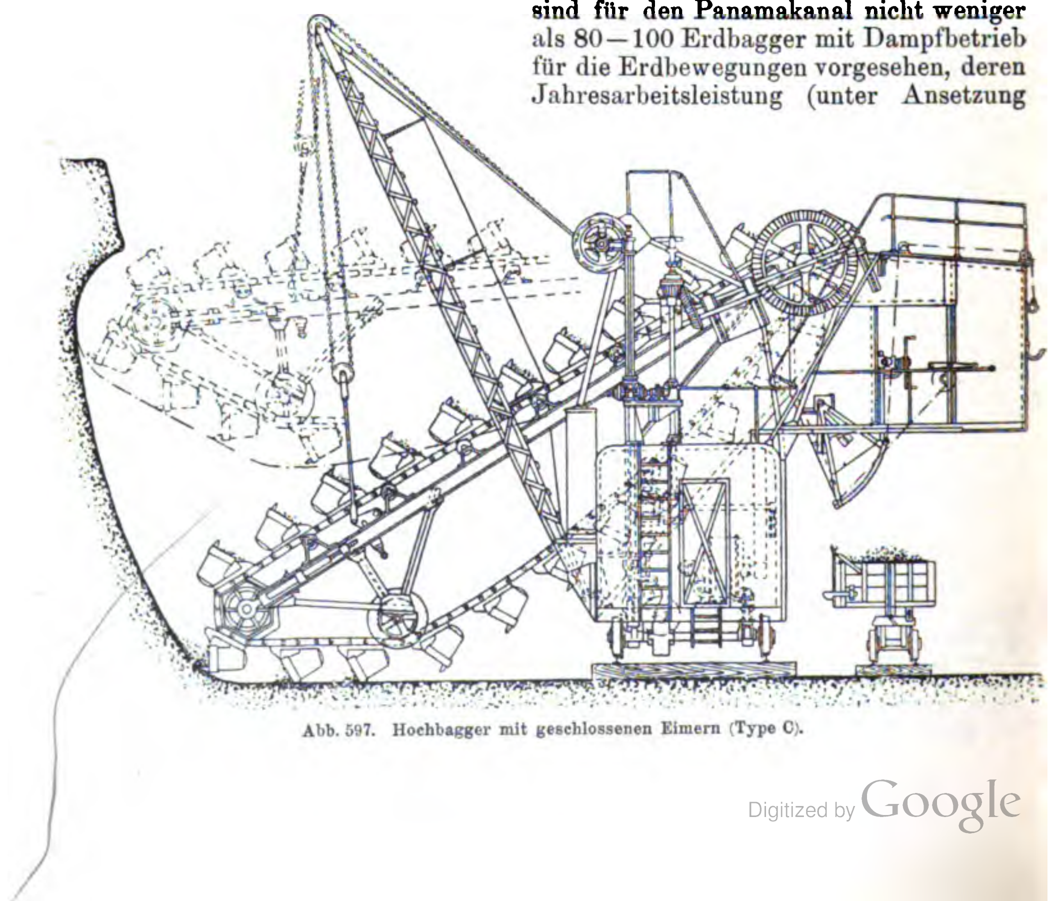


Abb. 597. Hochbagger mit geschlossenen Eimern (Type C).

von nur 240 Arbeitstagen wegen des Regens) auf zusammen 16000000 cbm angesetzt ist [3]; vgl. a. Fussnote [1]), S. 138.

Zahlentafel 65.[1]) Abmessungen, Leistungen u. s. w. von Trockenbaggern der Lübecker Maschinenbaugesellschaft (neuere Bauarten). (Hierzu die Abb. 588—592 bezw. 593—597.)

	Bauart				
	B	A	C	F	L
Leistung in 10 Stunden reiner Arbeitszeit					
bei leichtem Boden . . . cbm rund	2400	1800	900	400	220
bei mittelschwerem Boden „ „	2000	1500	700	300	170
bei schwerem Boden „ „	1600	1200	500	200	120
Grösste Baggertiefe . . . . m	15	10	8	6	5
Höchstleistung der Betriebsmaschine PS.	90	50	38	15	12
Durchschnittlicher Steinkohlenverbrauch in 10 Stunden reiner Arbeitszeit kg rund	1800	1500	500	400	300
Eimerinhalt l	240	180	100	50	35
Ungefährer Preis — je nach Ausführung — (ab Lübeck) . . . . ℳ	45000 bis 52000	35000 bis 41000	25000 bis 30000	18000 bis 22000	11000 bis 14000
Ungefähres Gewicht — bahntransportfähig verpackt — . . . . t	70	48	34	22	12
Bedienung . . . . Mann	2—3	2—3	2—3	1—2	1

Während in den Vereinigten Staaten für Erd- und Erztransport bei Aufnahme vom Boden (Böschung bezw. Haufenlager) insbesondere mit Dampflöffelbaggern (s. d.) gearbeitet wird, kommt die Verwendung dieser Bauart in Deutschland nur langsam in Aufnahme. Bei uns waren bisher — auch im



Abb. 598. Trockenhochbagger der Lübecker Maschinenbaugesellschaft.

Bergbau — für Trockenbagger meist Typen gebräuchlich wie z. B. der in Abb. 598 dargestellte Hochbagger, der im Abraum eines Braunkohlenbergwerkes arbeitet, bezw. wie der in Abb. 599 veranschaulichten, wo drei Tiefbagger im Braunkohlentagebau ein 30 m hohes Deckgebirge abräumten.

[1]) Eine grössere Baggertiefe als die in Zahlentafel 65 für jede Bauart angegebene kann nur auf Kosten der Leistungsfähigkeit der betreffenden Maschine innerhalb gewisser Grenzen erzielt werden, indem man Eimerketten mit Eimern kleineren Inhalts und somit auch von geringerem Gewichte anwendet. So ist es beispielsweise möglich, einen Bagger B mit der Eimerkette eines Baggers von der Bauart A auszurüsten, oder auch den Bagger A mit einer C-Baggereimerkette zur Vergrösserung seiner Baggertiefe zu versehen u. s. w.

Zahlentafel 66. Rentabilitätsberechnung[1]) (Noten s. nächste Seite) der Normalbauarten von Trockenbaggern für Dampfbetrieb. (Lübecker Maschinenbaugesellschaft.)

Der Berechnung liegt eine Annahme von 220 Arbeitstagen im Jahre zugrunde.

		Bauart B	Bauart A	Bauart C	Bauart F	Bauart L
Leistung (in mittelschwerem Boden)	jährlich cbm	440000	330000	154000	66000	37400
	täglich „	2000	1500	700	300	170
Baggermeister	Anzahl	1	1	1	1	1
	Jahresverdienst ℳ	1800	1680	1680	1680	1440
Maschinist	Anzahl	1	—	—	—	—
	Jahresverdienst ℳ	1560	—	—	—	—
Heizer	Anzahl	1	1	1	—	—
	Jahresverdienst ℳ	1320	1320	1200	—	—
Mann an der Schüttklappe	Anzahl	Durch den Baggermeister zu bedienende Dampfschüttklappe	1	1	1	—
	Tagesverdienst ℳ		3	3	3	—
	Jahresverdienst „		660	660	660	—
Durchschnittszahl der täglich zum Gleisrücken erforderlichen Leute . . . etwa.[2])	Anzahl	10	8	5	2	2
	Tagesverdienst ℳ	30	24	17,50	6	6
	Jahresverdienst „	6600	5280	3850	1320	1320
Kohlen	kg	1800	1500	500	400	300
	tägliche Kosten ℳ	32	27	9	7,20	5,40
	jährliche „ „	7040	5940	1980	1584	1188
Schmiermittel	tägliche Kosten ℳ	2	1,50	1,50	1,50	1
	jährliche „ „	440	330	330	330	220
Reparaturen	in % des Kaufpreises %	10	10	10	10	10
	für die jährliche Leistung ℳ	4700	3900	3000	2000	1300
vom Preise des Baggers und des Gleises unter Annahme einer Gleisstrecke von rd. 200 m sowie eines Baggerpreises von beispielsweise	Zinsen %	15	15	15	12	12
	Abschreibungen ℳ	8000	6600	5000	2800	1800
	. . . . . . ℳ	47000	39000	30000	20000	13000
jährliche Betriebskosten	ℳ	31460	25710	17700	10354	7268
folglich Preis von 1 cbm des Aushubes	₰ (rund)	7,15	7,8	11,5	15,6	19,4

(Zu S. 234.) [1]) Wegen ihrer besonderen Bedeutung seien hier die Betriebskosten einer z. B. aus zwei Baggern bestehenden Exkavator-Anlage von Vollhering & Bernhardt (Type B der Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft nach Prof. Dr. Ph. Forchheimer) eingeschaltet; die angegebenen Zahlen können als gute, aus vielen Förderstellen erhaltene Mittelwerte betrachtet werden.

Der obere Bagger füllt einen Zug von 30 Wagen von 90 cm Spur, indem er langsam über ihn hinwegfährt, in etwa 20—22 Minuten, um einen neuen Zug unter den Bagger zu schieben; er arbeitet in gleichmässigem feinem Sand, während der untere Bagger groben Mauersand und Kies fördert. Die Tagesleistung stellt sich folgendermassen:

	Wageninhalt in cbm gewachsenen Bodens [2]	Zahl der Züge in 12 Std.		Aushub während 12 Std. in Festmetern	
		im Mittel	höchstens	im Mittel	höchstens
Oberer Bagger	3,2	18	21—22	1728	2016—2112
Unterer „	2,75	15	17	1238	1403

Die Anzahl der jährlichen Arbeitstage lässt sich für norddeutsches Klima für 220 angeben. Die Sonntage werden zu Reparaturen benutzt, ausserdem sind aber alle sechs Wochen noch 2—3 Tage zu Ausbesserungen nötig, und es mögen während sechs Wochen noch ungefähr drei Regentage vorkommen, an denen die Leute die Schüttplätze verlassen; schliesslich muss man auf zwei Monate Stillstand infolge von Frost rechnen, welcher das Verschieben der Gleise zu sehr erschwert. Baggermeister, Maschinist, Heizer, Schüttklappensteller und Schachtmeister beziehen meist ein Monatsgehalt, und die Tagelöhne sind unter Annahme von 220 Arbeitstagen im Jahr berechnet:

	ℳ
1 Baggermeister für das Heben und Senken der Leiter, das Vor- und Rückwärtsrücken	7,40
1 Maschinist	6,50
1 Heizer	4,90
2 Arbeiter an der Klappe	9,80
1 Schachtmeister zu 3,60 bezw. 7,40 ℳ und 18 Mann zu 2,50 bezw. 3,00 ℳ zum Gleisrücken, wovon ²/₃ auf Gewinnung und Verladung gerechnet werden möge	40,93
2 Mann zum Aufräumen des Bodens, der neben die Wagen fällt	6,00
6,5 Meterzentner (à 100 kg) Kohle zu 2,00 ℳ bezw. 1,60 ℳ	10,40
Wasser	3,00
Schmiermittel, Putzwolle	4,00
für Zinsen, Ausbesserungen, Tilgung des Kaufbetrages u. s. w.	45,00 *)
Summe der Kosten in 12 Stunden	137,93

*) Die 45 ℳ finden sich wie folgt:

Ein Bagger kostet	50 000
hierzu: 1 Kohlen- und 1 Wasserwagen	3 300
die Schienen für den Erdgraber wiegen 30 kg/m, also alle drei Schienen zusammen 90 kg/m und kosten 9,90 ℳ. Die Schwellen kosten je 5,00 ℳ oder für 1 m Gleis 6,60 ℳ, während, wenn sie nur das Fördergleis zu tragen hätten, ein Betrag von 80 ₰ genügen würde. Die Anlagekosten von 1000 m Grabegleis betragen daher $1000 \times (9{,}90 + 6{,}60 - 0{,}80) =$	15 700
	69 000
Zinsen von 69 000 ℳ zu 5 %	3 450
Tilgung des Kaufbetrages und Ausbesserung bei Tag- und Nachtbetrieb zu 15 %	10 350
Verfrachtung, Aufstellung, Anteil an Errichtung einer Schmiede u. s. w.	5 000
Verlegung von etwa 1000 m Gleis kostet 1500 ℳ; hiervon seien ²/₃ auf Gewinnung und Verladung gerechnet	1 000
	19 800
oder, das Jahr zu 220 Arbeitstagen gerechnet, für 12 Stunden	45,00

Schachtet der Bagger in 12 Stunden 1700 cbm trockenen Sand aus, so entfallen von obigen 137,93 ℳ auf 1 cbm Aushub 8,1 ₰.

[2]) Diese Zahl variiert ausserordentlich je nach den vorliegenden Betriebsverhältnissen und der Bauart der Eimerleiter.

Klar ersichtlich ist gerade aus diesem Bilde das Bedürfnis, das im Maschinenbau sich längst bemerkbar gemacht hat: grosse Werkstücke (hier die Erde) mit mehreren Stählen (hier die Eimer-„Fräser“) zugleich zu bearbeiten. So hat die Lübecker Maschinenbaugesellschaft besondere Maschinen entworfen (eine ist 1907 gebaut für die Gruhlschen Braunkohlen- und Brikettwerke in Brühl bei Cöln) für hohe Abtragmassen bei unter Umständen gesonderter Förderung der einzelnen Schächte. Dazu sollen dienen die Bagger

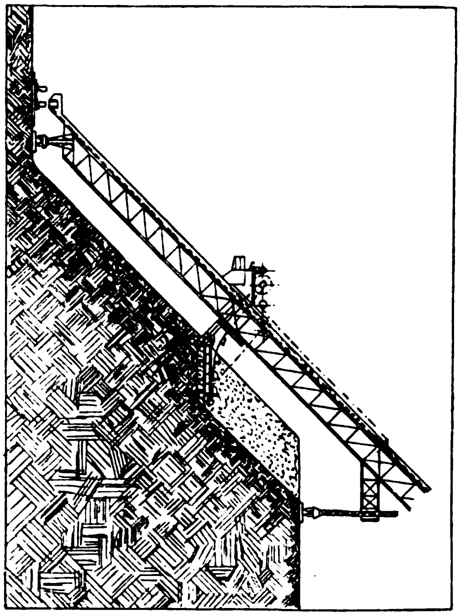


Abb. 601.

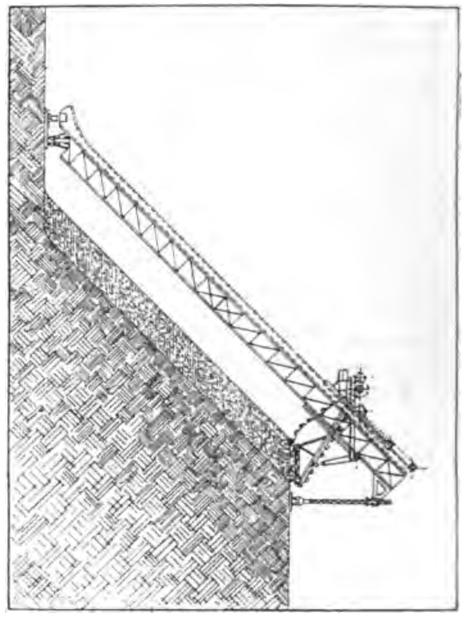


Abb. 600.

mit verschiebbaren Becherwerken (Abb. 600—603), die für das Abtragen hoher Halden bis zu 35 m Höhe und zur unmittelbaren Braunkohlenförderung bestimmt sind. Bei starker Unebenheit der Sohle (des „Liegenden") ist eine Kombination mit Tiefbagger (Abb. 603) unschwer durchzuführen (s. „Stahl und Eisen", Vorträge des Verfassers vom 5. und 29. April 1906 [4]). Die Leistung kann der Leistungsfähigkeit der vorhandenen Transportmittel angepasst werden und 100 bis 250 cbm/st betragen.

Literatur: [1] Hagen, Berlin 1881; Salomon und Forchheimer, Berlin 1888; Wels, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 1178; 1902, S. 405; ferner 1890, S. 1443; 1900, S. 1129; 1901, S. 1077; 1902, S. 552; 1906, S. 164 und 229; sowie Buhle, Gewerbefleiss 1904, S. 286; T. H., III, S. 266, und „Glückauf" 1907, S. 1074 ff.; vgl. a. ebend. S. 1363 ff. Ueber Grabenmaschinen u. dergl. s. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1868; 1906, S. 56, 507 ff.; 1907, S. 1685 ff. — [2] Prelini, Earth and Rock Excavation, London 1905, Gillette, Earthwork

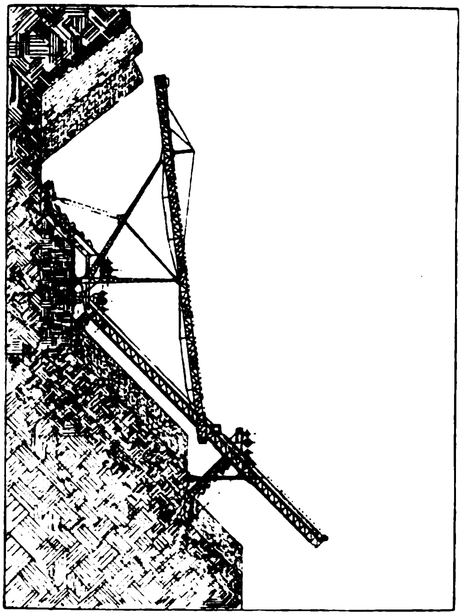


Abb. 603.

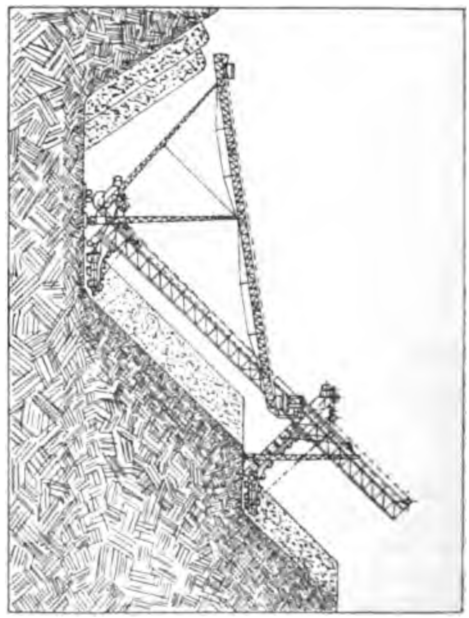


Abb. 602.

Abb. 600—603. Bagger mit verschiebbaren Becherwerken (Lübecker Maschinenbaugesellschaft).

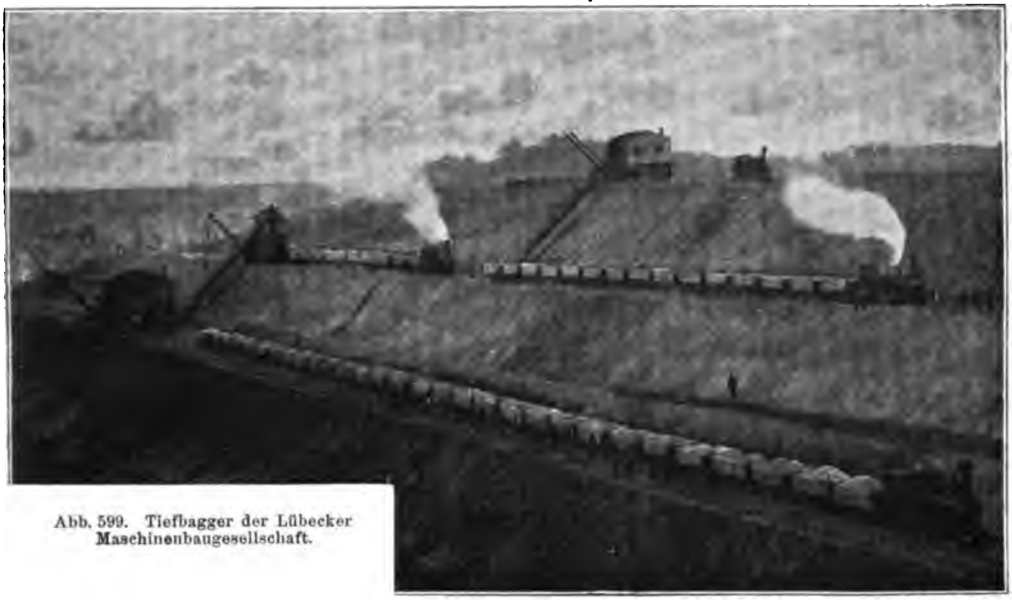


Abb. 599. Tiefbagger der Lübecker Maschinenbaugesellschaft.

and its cost, New York 1904; Gieseler, Lehrbuch des Erdbaues, Bonn 1905; Birk, Erd- und Strassenbau, Leipzig und Wien 1904. — [3] Vgl. u. a. Zentralbl. d. Bauverw. 1907, S. 240; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 235 ff.; Woche 1907, S. 258 ff.; Wasserbau und Wasserwirtschaft 1907, S. 87 ff. u. s. w. — [4] Buhle, T. H., III, S. 230 bezw. 267 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 295 ff., bezw. „Stahl und Eisen" 1903, S. 793 ff.

3. **Rutschen** fördern wie die Fallrohre senkrecht oder in schräger Richtung von oben nach unten, ohne dass es — wie bei den Förderrinnen (s. d.) oder Förderrohren (s. d.) — eines mechanischen Antriebs oder einer beson-

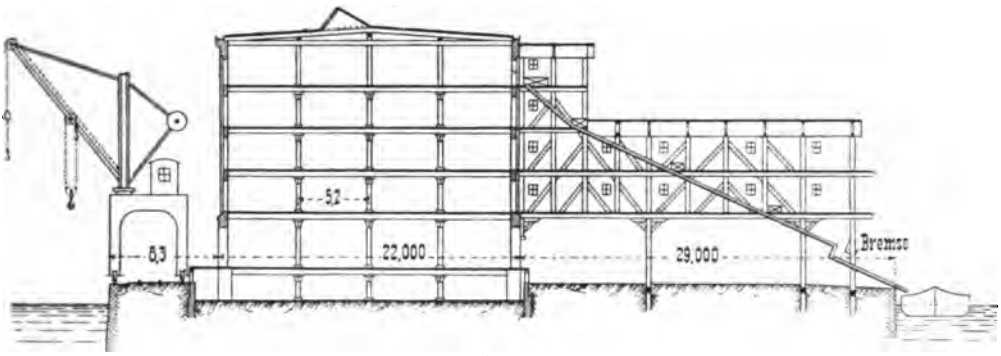


Abb. 604. Rutsche im Speicher „Australia und Amerika" in Amsterdam.

deren Kraftäusserung bedarf (Arbeitsvermögen infolge hoher Lage). Vgl. a. Gefällebahnen, Schwerkraftbahnen, Massentransport und [1].

a) Rutschen (Schütten, Schüttrinnen, Schurren) besitzen meist einen mulden- oder trogförmigen Querschnitt mit seitlichen Leisten zur Vermeidung des Abrutschens des Gutes; sie werden hergestellt aus Blech oder schräg gestellten glatten Brettern. Lichte Breite in der Regel 600 mm. Neigungswinkel mit der Wagerechten 20—30° (s. Zahlentafeln 67 und 9). Bei grossen Fall-

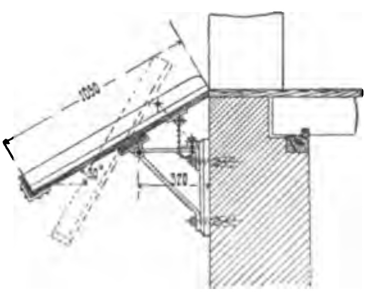


Abb. 605. Rutsche mit Kippe und Wegbegrenzung.

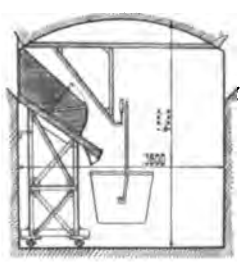


Abb. 606. Fahrbarer Füllrumpfverschluss im Gaswerk Tegel-Dalldorf.

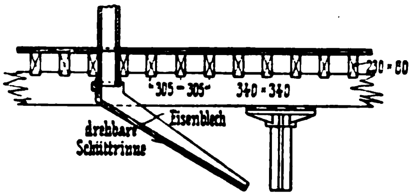


Abb. 608. Drehbare Schüttrinne (London, Surray Commercial-Docks).

höhen sind Bremsen erforderlich (Abb. 604). — Rutschen werden vor allem in Speichern für Sack- und Ballengut [2], ferner beim Verladen von Gütern in Schiffe, Eisenbahnwagen und Fuhrwerke (Abb. 609) [3] verwendet. Wird das Gut (Säcke) von dem Rutschenende abgetragen, so wird dieses zweckmässig als kleine, mit einem Zählwerk verbundene Kippe mit Wegbegrenzung ausgebildet (Abb. 605) [4]. *Fahrbare Rutschen* bei Kohlenspeichern (Abb. 606) (vgl. a. *Silospeicher*, Abb. 746, *Hochbehälter*, *Elevator*, Abb. 237, *Kipper*, Abb. 309 [5] u. s. w.) und *Lokomotivbekohlungsanlagen* (s. d., Abb. 806, 815 und 816) werden auch verlängerbar (Teleskopschurren, Abb. 607) [6] oder auf- und niederklappbar (Messgefässe)

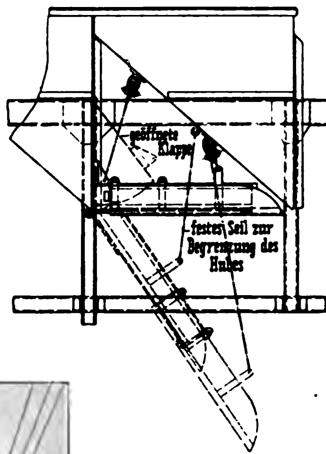


Abb. 607. Ausziehbare Kohlenrutsche von C. Schenck in Darmstadt.



Abb. 609. Schiffselevator mit Sackrutsche in Christiania von Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig.

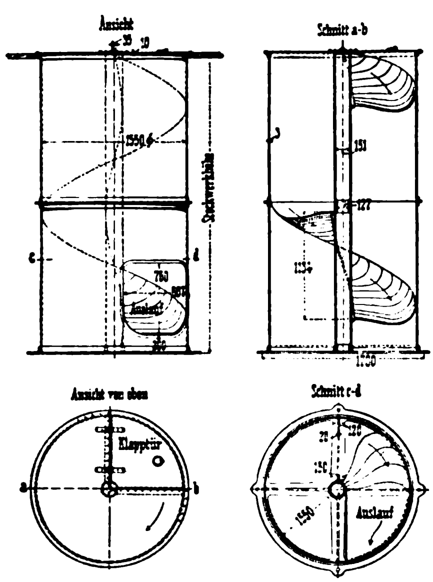


Abb. 610—613. Wendelrutsche von Dauber.



Abb. 614. Wendelrutsche von Dauber (R. W. Dinnendahl, A.-G., in Steele a. R.).

ausgeführt. Auf Kornböden (s. Bodenspeicher) findet man auch drehbare Schurren (Abb. 608) [7]; s. a. unten: Abfallrohre (Abb. 616 und 617).

Abb. 609 veranschaulicht einen 70 t/st leistenden, von Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig gebauten Elevator, der auf einer in den Fjord von Christiania hineinragenden Kaizunge fahrbar montiert ist. Die Dampfer werden an diese Kaizunge fest angelegt, und der Elevator wird dann mittels elektrischer Kraft an die zu löschende Luke gefahren. Das aus dem Schiff gehobene Getreide wird nach Verwiegung und Registrierung durch die auf

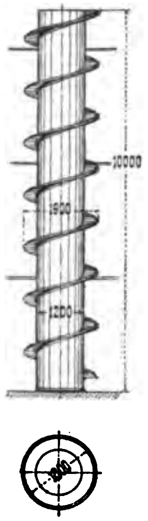


Abb. 615 u. 615 a. Wendelrutsche für Ziegel (Patent A. Dauber).

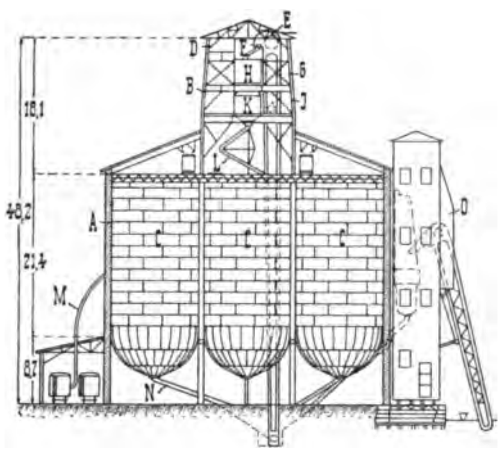


Abb. 616. Great Northern-Elevator in Buffalo. *A* Zellenunterbau. *B* Stockwerkaufbau. *C* Silos. *D* Triebwerkboden. *E* Becherwerke. *F* Drehrohre. *G* Behälterboden. *H* Behälter. *J* Wiegeboden. *K* Wiegevorrichtungen. *L* Drehrohre. *MN* Fallrohre. *O* Schiffselevator.



Abb. 617. Drehrohre.

dem Fahrgerüst montierten selbsttätigen Wagen (s. S. 252 ff.) entweder lose oder in Säcke gefasst, mittels Rutschen in die darunter gefahrenen Fuhrwerke oder elektrischen Bahnwagen verladen, um der Verbrauchstelle, welche sich mehrere km entfernt und beträchtlich höher auf der andern Stadtseite befindet, zugeführt zu werden.

Wendelrutschen (Patent Dauber) nach Abb. 610–614 [8] [1]) bestehen aus einer mittleren Säule und einem äusseren Blechzylinder, zwischen denen eine glatte, spiralförmig verlaufende Rutschbahn aus Blech angebracht ist. Zur Beförderung darauf besonders geeignet sind Säcke, Ballen und Kisten (Menschen bei Feuersgefahr als Rettungstuch oder -schlauch). Für Ziegeltransport (Dachfalzziegel, Verblendziegel u. s. w.) hat sich die Bauart Abb. 615 [9] bestens bewährt; Bahn offen, Aufgabe und Abnahme des Gutes an beliebiger Stelle möglich.



Abb. 618. Fuss eines Drehrohrs.

b) Abfallrohre (Laufrohre) besitzen einen geschlossenen, kreisrunden oder rechteckigen (quadratischen) Querschnitt, sind fest oder beweglich, drehbar oder auch auf- und abhängbar (Silomündungen, Taschenausläufe u. s. w.; oft deshalb versehen mit Haken oder dergl. und Lederkragen zum Abfangen des Staubes) und dienen zur Verteilung und Beschüttung des Gutes auf Speicherstockwerke

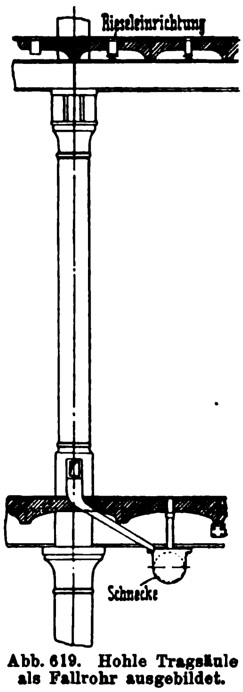


Abb. 619. Hohle Tragsäule als Fallrohr ausgebildet.

---

1) Aehnliche Turmrutschen bauen auch Stotz in Stuttgart, A. Schmidt in Wurzen u. a.

(Drehrohre, Abb. 616—618) [10], auf Keller- und Dachbänder (s. Gurtförderer) in Getreidebodenspeichern (s. Bodenspeicher, Abb. 638 und 639 bezw. ebend. [6]) und Silospeichern (s. d. und Elevator sowie Abb. 616 und [11]), zum Verladen in Schiffe [12] oder Eisenbahnwagen (Abb. 673 und 676) sowie zum Niedergang von Halbgetreide, Unkraut, Staub u. s. w., d. h. allgemein von Roh-, Fertig- und Zwischenprodukten der Nahrungsmittel; ferner von Erzen, Kohlen (s. Kesselhaus), Koks, Asche, Schlacke, Zement, Sand, Spülversatzstoffen (s. Druckwasserförderer) u. s. w. Für Mahlgut werden meist quadratische Fallrohre aus 23—25 mm starken, verschraubten Brettern oder (aus Feuersicherheitsgründen) runde Rohre aus $^3/_4$—1 mm Blech (verzinkt, sonst kräftige Lüftung) verwendet; oft werden auch hohle gusseiserne Tragsäulen zugleich als Fallrohre benutzt (Abb. 619) [13]. Hölzerne Rohre mit unveränderlichem Querschnitt verlangen hierbei zur Ueberwindung der Reibung das in Zahlentafel 67 angegebene geringste Gefälle.

Zahlentafel 67 (vgl. a. Zahlentafeln 9 und 10, S. 16 und [14]).

Für Getreidekörner	25—30°	für grobe Griese	45—50°
„ Hochschrot	40—50°	„ feine Griese	50—55°
„ Flachschrot	50—60°	„ Dunst	55—60°
„ feines Mahlgut vom Gange weg	60—65°	„ Kleie	60—65°
		„ Mehl und Spitzstaub	70—80°

Bei unmittelbarem Auswurf eines Becherelevators (s. Elevator) sind diese geringsten Gefälle um 10—20° kleiner.

Ist α der Winkel des Fallrohres mit der Wagerechten, a der wagerechte Förderweg, b die senkrechte Fallhöhe, so ist $a = b$ cotg α.

Für $b = 1$ m Fall beträgt

bei $\alpha =$	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75°
$a =$	2,75	2,15	1,73	1,43	1,19	1,0	0,84	0,70	0,57	0,47	0,36	0,27 m.

Zu den Fallrohren gehören auch die mit Schiebern und Endleisten versehenen Sackrohre, aus denen das Gut in die Säcke gelangt. Hölzerne Sackrohre quadratisch (lichte Weite 140—180 mm, aussen 230 mm), am Ende rund. Gusseiserne Sackstützen mit Schieber oder Drosselklappenverschluss (4—19 kg) [13]. Eiserne Sackstützen aus 1—2 mm Blech, 250—300 mm weit, mit Winkelring und Drosselklappe; bei 500 mm Länge und 300 mm Durchmesser ~ 10,5 kg, jeder dcm Länge 0,78 kg mehr. Retorten der Gasöfen werden vielfach jetzt schräg angelegt (~ Fallrohre); Kohle eingeschüttet, Koks fällt heraus [15] (s. Gasanstalten).

Literatur: [1] Buhle, T. H., III, S. 321; Ders., „Hütte“, 19. Aufl., 1. Teil, S. 1264 ff.; desgl. 20. Aufl. — [2] Ders., T. H., I, S. 20 (Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 91). — [3] Ders., ebend., III, S. 11 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 547). — [4] Baumgartner, Handbuch des Mühlenbaues und der Müllerei, Berlin 1900, Bd. 1, I. Teil, S. 502. — [5] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 842 (Nagel & Kaemp in Hamburg); Buhle, T. H., III, S. 123 (Stuckenholz in Wetter a. d. Ruhr) und S. 208 ff. (Krupp). — [6] Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 295. — [7] Buhle, T. H., II, S. 160. — [8] Ders., ebend., I, S. 20 ff. (Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 91), und III, S. 13 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 547). — [9] Ders., ebend., I, S. 27 ff. (Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 257). — [10] Ders., ebend., II, S. 150 ff. (Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1904. S. 222 ff.). — [11] Ders., Glasers Annalen 1898, I, S. 188 ff.; vgl. ebend. 1907, I, S. 151 u. II, Taf. 6. — [12] Ders., T. H., II, S. 166 ff. (Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 262, 266 ff.). — [13] Baumgartner, Mühlenbau und Müllerei (s. [4]), Berlin 1900, Bd. 1, 1. Teil, S. 499 ff., 2. Teil, S. 769 ff. — [14] Buhle, „Hütte“, 19. Aufl., 1. Teil, S. 1230, und ebend. 2. Teil, S. 297. — [15] Schilling, Journal für Gasbel. und Wasserversorg. 1902, S. 537 ff. und Tafel IV.

4. **Druckluftförderer** (meist in Verbindung mit Saugluftförderern) — pneumatische Elevatoren[1]) [1] — sind sehr einfache, aber in der Regel recht teuer wirkende Hebe- und Transportmittel (Arbeitsaufwand etwa 15—18 mal höher als bei Becherwerken, s. Elevatoren); dennoch durch F. C. Duckham in London vielfach mit Erfolg eingeführt (Lizenzträger G. Luther, A.-G., in Braunschweig) [2]. Saugluft wird angewendet, wenn von verschiedenen Stellen aus das Gut nach einem Orte gefördert wird (Entladung von Schiffen gleich-

1) Vgl. Elevatoren, S. 97, 211 und 264.

zeitig durch mehrere Schläuche), Druckluft zur Verteilung von einem Orte nach mehreren (auch hochgelegenen) Stellen; vgl. a. Silospeicher und Massentransport.

In einem Behälter *v* (Abb. 620) wird durch Kolbenluftpumpen die Luft dauernd stark verdünnt; die äussere Luft dringt durch den Mantel der in das Korn hineingehängten Saugrüssel (Abb. 621) und reisst die Frucht durch das Kernrohr mit nach *v*, wo sie in den Trichterboden und von hier in

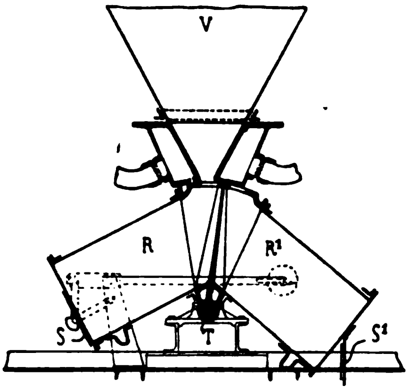


Abb. 622. Zwillingswieger von F. C. Duckham in London.

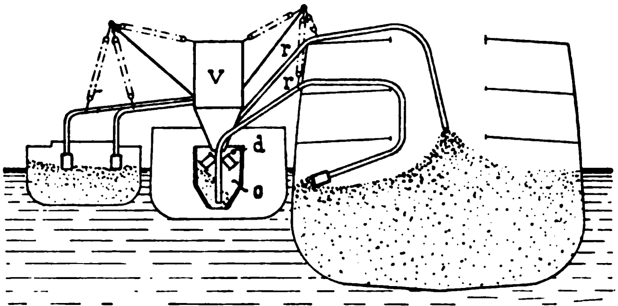


Abb. 620. Saug- und Druckluftförderung nach Duckham.

eine Luftschleuse (Pendelkasten, Zwillingswieger, Abb. 622) fällt. Letztere besteht im wesentlichen aus zwei Gefässen *R* (R^1), die abwechselnd unter die Oeffnung von *v* gebracht werden, indem sie um eine wagerechte, seitlich gelagerte Achse *T* schwingen. Wenn das mit *v* in Verbindung stehende Gefäss sich gefüllt hat, überwiegt es in einem bestimmten Augenblick das Gewicht der andern nun entleerten Kammer (der Schwerpunkt des Systems ändert sich fortwährend) und fällt nach der entgegengesetzten Seite, wodurch das andre leere Gefäss in die Füllstellung gelangt. Das volle Gefäss, jetzt ohne Verbindung mit *v*, öffnet sich nun infolge der oben einströmenden atmosphärischen Luft, so dass das Getreide durch eine Klappe *S* (S^1) am Boden des Gefässes in eine Kammer *O* (Abb. 620) fällt, aus der sie vermöge der Druckluftzuführung durch *d* in Röhren *r* hinausgedrückt wird (1,2 m Wassersäule Unterdruck in *v* sind mit 2 m Druck in *O* vereinbar). — Oft wird nur Saugluft (allein) verwendet; dann grösster wagerechter Förderweg 200 m (Gurtförderer [s. d.] dafür mehr zu empfehlen), grösste Förderhöhe rund 22 m. Die Abb. 623 zeigt das Schema einer von G. Luther, A.-G., in Braunschweig ausgeführten ortsfesten Anlage, während Abb. 624 die allgemeine Anordnung, Abb. 625 die kon-

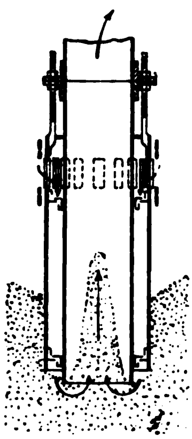


Abb. 621. Rüsselmündungsstück.

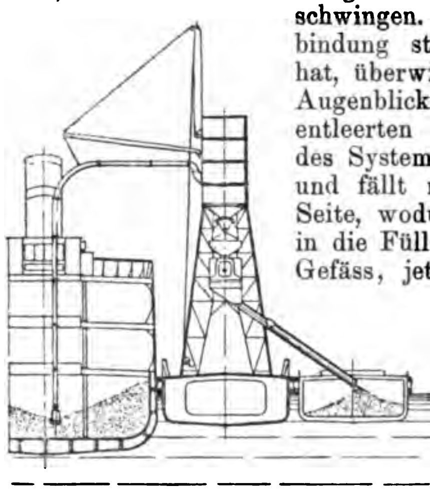


Abb. 624. Schwimmender pneumatischer Getreideheber (G. Luther, A.-G., in Braunschweig).

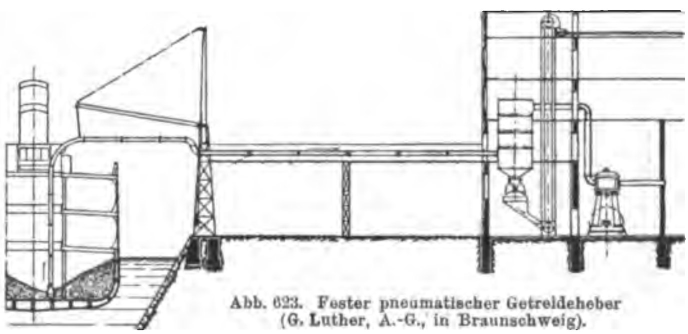


Abb. 623. Fester pneumatischer Getreideheber (G. Luther, A.-G., in Braunschweig).

struktive Ausführung eines schwimmenden pneumatischen Getreidehebers darstellen (Hamburg-Amerika-Linie, Norddeutscher Lloyd u. s. w.). Leistung 150 t/st, Bedienung etwa 12 Mann, davon 6 bis 7 Schlauchführer; Vakuum im Behälter 25—30 cm Quecksilbersäule, Saugvermögen rund 25 m Höhe bei 20 m wagerechtem Weg im Schiffsraum [3]. Ein andrer schwimmender, 140 t/st leistender Getreideelevator, der das Korn 18 m hoch saugt und aus der Vakuumkammer durch eignes Gewicht weiterbefördert, hat eine 450 pferdige Dampfmaschine und vier Luftpumpenzylinder von je 0,9 m Durchmesser und 1,2 m Hub. Sehr gute Reinigung und Durchlüftung des Getreides ist mit der Saugförderung verbunden (allerdings Gewichtsverlust); gesunde Entladung mit sehr wenig Bedienung. — Pneumatische Förderanlagen von Oscar Bothner in Leipzig (Abb. 626) wurden in Berliner, Münchner und Pilsner Brauereien bereits eingerichtet; auch A. Strenge in Hamburg, Gebr. Seck in Dresden, Hauschild in Berlin, M. Sutterlitte in Braunschweig u. a. arbeiten auf diesem Gebiet.

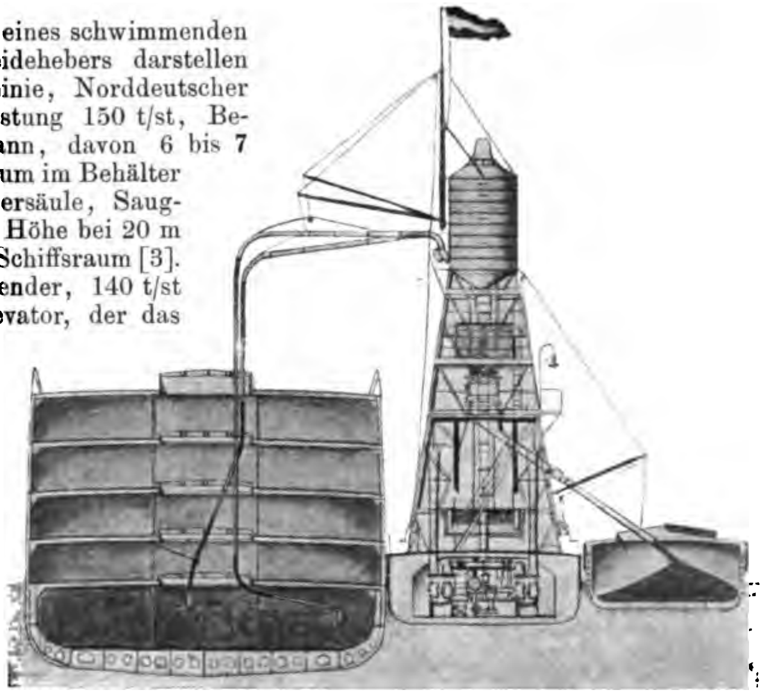


Abb. 625. Duckhams pneumatischer Getreideheber von G. Luther, A.-G., in Braunschweig.

Bezeichnet v die Luftgeschwindigkeit in m/sk, p den Luftdruck auf runde oder spitze Körper in g pro qmm, so gehören zusammen [4]:

Zahlentafel 68:

$v =$	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$p =$	0,00098	0,002	0,0039	0,0061	0,0088	0,012	0,0155	0,0198	0,0245	0,0296

$v =$	24	26	28	30	32	34	36	38	40
$p =$	0,0353	0,0414	0,0481	0,0551	0,0627	0,0706	0,0792	0,0835	0,098

Ein Weizenkorn von 3,5 qmm Querschnitt und 0,0411 g wird also getragen von Luft mit $v = 14$ m; zum Heben gehören mindestens Geschwindigkeiten > 20 m (Auftrieb bei 20 m: $0{,}0245 \cdot 3{,}5 - 0{,}0411 = 0{,}0436$ g).

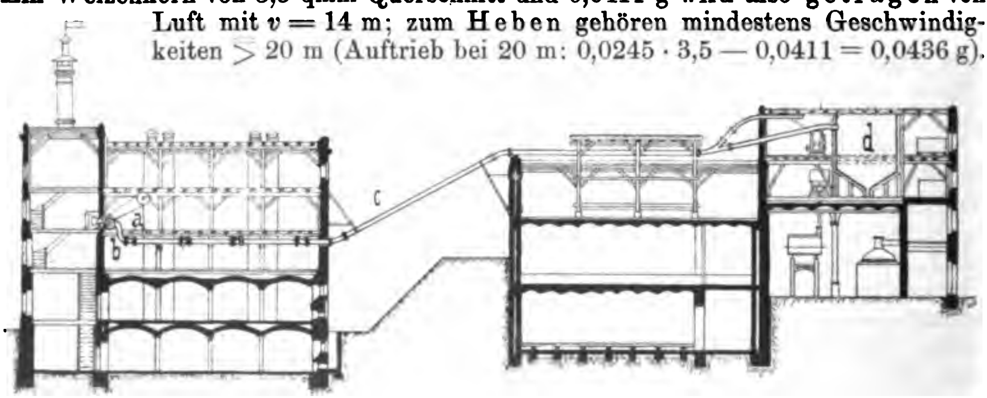


Abb. 626. *a* Gebläse. *b* Einlaufkörper. *c* Förderleitung. *d* Malzsilos.

Bei $h = \left\{\begin{array}{l} 1200 \text{ m/m} \\ 1500 \text{ „} \\ 2000 \text{ „} \end{array}\right\}$ Wassersäule Unterdruck bezw. Druck

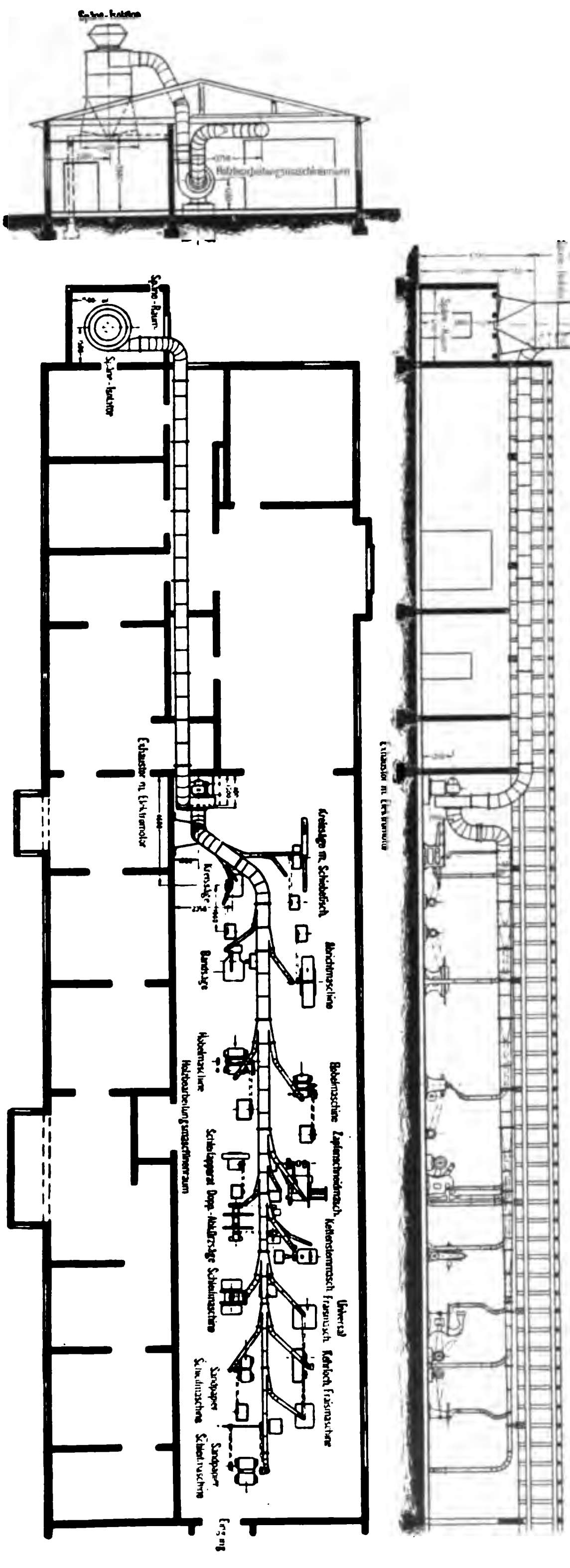


Abb. 627—629. Späneabsaugungsanlage auf der 3. deutschen Kunstgewerbeausstellung in Dresden 1906 (Pollrich & Co. in Leipzig-Plagwitz).

ist nach v. Ihering die theoretische Luftgeschwindigkeit

$$v = 3{,}961\sqrt{h} = \left\{\begin{array}{l} 137.21 \text{ m/sk} \\ 153{,}41 \text{ „} \\ 175{.}05 \text{ „} \end{array}\right\},$$

d. h. bei der Ausflusszahl 0,65 ist

$$v' = \left\{\begin{array}{r} 89{,}19 \text{ m/sk} \\ 99{,}72 \text{ „} \\ 113{,}78 \text{ „} \end{array}\right\}$$

(durch Röhren, Krümmungen u. s. w. natürlich noch bedeutend vermindert).

Nach Zimmer [5] ist ein Vakuum von rund 254 mm Quecksilber nötig; dabei ist die Geschwindigkeit des Kornes im Saugrüssel 9—15 m/sk, so dass ein Rohr 30—40 t/st fördern würde. Da ein Vakuumbehälter in der Regel wenigstens zwei Rüssel hat, so leistet er 50—60 t/st. Dazu sind nötig rund 3 PS. für 1 t und Stunde. — Andre pneumatische Getreideförderer von Blanchard s. [6] und Havilland s. [7].

Weitere Anwendungen von Saug- und Druckluftförderern (A. Borsig in Berlin [9], Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg [11], Prof. Prandtl]): Reinigen von Eisenbahnpersonenwagen [8] u. dergl. mittels Saugluft bezw. Druck- und Saugluft (gesünder als mit Druckluft allein); Farbanstriche mittels Druckluft; Staubabscheider zur Entstaubung von Arbeitsräumen, Staubfänger für Saugluft (Nagel & Kaemp in Hamburg); ferner Späne- [10] und [11] und Staubabsaugung (Zyklone und Staubkammern [Abb. 627—629]); vgl. auch Boden- und Silospeicher. Schutz gegen Feuersgefahr (Staubexplosion, [12]), pneumatische Fundierung u. s. w. Auch die Beförderung von Briefen (Rohrpost), Bibliothekszetteln und kleinen Paketen mittels Druckluft gehört hierher. Ueber Schlammsauger vgl. [13], über Druckluftsand-

streuer [14]. Bezüglich der Verwendung von Pressluft beim Versatzbau in Bergwerksbetrieben s. S. 247 (Beispiel 3).

Literatur: [1] Buhle, Ueber pneumatische Getreideförderung, T. H., I, S. 1 ff., bezw. II, S. 171 ff., Taf. 3 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 921 ff., bezw. 1904, S. 229 und Taf. 3); Ders., Glasers Annalen 1899, I, S. 59; Ders., Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 18 ff.; ferner Baumgartner, Mühlenbau und Müllerei, Berlin 1902, I, 2, S. 787 ff.; Buhle, Deutsche Bauztg. 1904, S. 548; Ders., Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses, 1904, S. 290 ff. — [2] Lemmer, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 1216 ff. — [3] Buhle, T. H., III, S. 165 ff., sowie Vogdt (Sammlung Göschen), Pumpen, hydraulische und pneumatische Anlagen, S. 85 ff. — [4] Baumgartner, I, 1, S. 28. — [5] Zimmer, Excerpt. Minutes of Proc. Inst. Civ. Eng. 1902/03. — [6] Rev. ind. 1898, S. 501 ff. — [7] Ebend. 1899, S. 233 ff. — [8] Zentralbl. d. Bauverw. 1905, S. 68. — [9] Glasers Annalen 1906, I, S. 214 ff.; Elektr. Kraftbetrieb und Bahnen 1907, S. 634 ff. — [10] Glasers Annalen 1896, II, S. 72. — [11] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 1247 (Taf. 17). — [12] Buhle, ebend. 1899, S. 230; 1904, S. 458. — [13] Ebend. 1906, S. 204. — [14] Ebend. 1907, S. 335



Abb. 630. Sauge-Hopperbagger System Frühling, für die Kaiserliche Werft Wilhelmshaven gebaut von F. Schichau in Elbing-Danzig.

5. **Druckwasserförderer** (oft in Verbindung mit Saugwasserförderern), mit Wasser betriebene Hebe- und Transportmittel; vgl. a. Massentransport. Sie werden hauptsächlich verwendet:

a) Bei Saugbaggern (Pumpenbaggern), s. Bagger, S. 229. Das meist morastige und schlammige Baggergut gelangt durch einen Saugkopf in die Saugleitung und von hier durch Kolben- oder Kreiselpumpen in die als freischwebendes oder auf Pontons ruhendes Spülrohr ausgebildete Druckleitung. Nach [1] Leistung bis zu 3000 t/st, nach [2] gar bis zu 4500 t/st (!). Grösster Bagger mit Saugkopf (Patent Frühling) von Schichau mit 5000 cbm Stundenleistung (3 ₰ f. d. cbm), Abb. 630, [3].

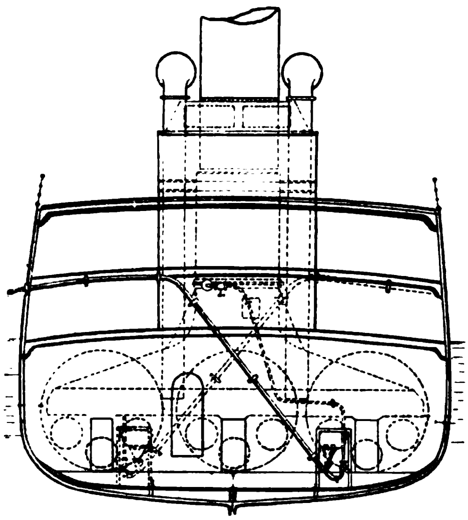


Abb. 631. Ascheejektoren der Howaldt-Werke in Kiel.

b) Bei Ascheejektoren (Howaldt-Werke in Kiel). Diese Druckwasserförderer (Abb. 631) bestehen aus einem im Kesselraum auf dem Flur befestigten Fülltrichter mit Rost, durch den die aufgegebene Asche nach dem Ende des nach oben gerichteten Auswurfrohres fällt. An dem Boden des Trichters mündet das Rohr eines Ejektors. Das Auswurfrohr mündet über der Tiefladewasserlinie. Bogenmündungsstück auswechselbar (Verschleiss). Bei zweimaligem Gebrauch der Vorrichtung während 24 Stunden wird die Asche und Schlacke von 24 t Kohlen in 16—24 Minuten aus dem Kesselraum in die See befördert. Wasserdruck 5 bis 15 Atmosphären; Auswurfhöhe 4—9 m; benötigte Wassermenge etwa 400—900 l in der Minute je nach Düsengrösse, Druck, Länge und Lage des Ausgussrohres. Neigungswinkel des Ausgussrohres mit der Lotrechten bis 30°.

Für kleine Schiffe	lichter Durchmesser des Auswurfrohres	100 mm
„ alle „ geeignet .	„ „ „ „	125 „
„ Schiffe mit besonders grossen Kesselanlagen .	„ „ „ „	150 „

Vorteile: Zeit- und Arbeitersparnis, geruch- und geräuschloses Arbeiten, kein Beschmutzen des Schiffskörpers, leichte Anbringung und Bedienung [4].

c) Beim Spül- oder Schlammversatz (Sandversatz) im Bergwerksbetriebe (Abb. 632) [5].

Zweck: Schutz der Erdoberfläche und Vermeidung bezw. Einschränkung der Bergschädenprozesse, Verminderung des Holzverbrauches, grössere Beweglichkeit des Betriebes durch ganz beliebige Inangriffnahme der einzelnen Flöze und Zusammenziehung des Betriebes, Vermeidung von Grubenbrand und Abbauverlusten, Möglichkeit zur Gewinnung der Sicherheitspfeiler, Beschränkung der Unfälle durch Stein- und Kohlenfall, Ausnutzung der Haldeninhalte bezw. Grundflächen.

Versatzstoffe: Erde, Kies, Grand, Sand, Ton, Lehm, Schlamm, Schutt, Steingerölle (Haldenmasse, Waschberge, Abhub der Erzwäschen, Bauschutt, Abraum von Steinbrüchen), Schlacken, Schlackensand, Schlackenkies, Asche. Grösste bekanntgewordene Tagesleistung 4000 cbm Versatz (7 Trichter). Nach Nitschmann [6] nimmt man an, dass der Sandversatz noch wirtschaftlich ist,

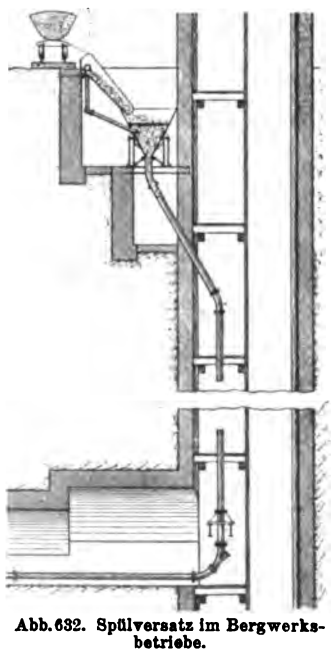


Abb. 632. Spülversatz im Bergwerksbetriebe.

wenn das cbm Versatzmasse sich auf höchstens 50 ₰ stellt (trotzdem oft noch beträchtlich höher).

Beispiele: 1. Nach Angaben der Donnersmarck-Hütte in Zabrze (Oberschlesien) wird das zum Versetzen der ausgekohlten Flöze dienende Versatzgut



Abb. 633.

womöglich durch Abspritzen (Abb. 633 und 634) von (nahegelegenen) Sand- und Lehmschichten mit Wasserstrahlen von 10—15 mm Stärke und 15 Atm. Pressung in schlammigem Zustand durch lange gusseiserne Leitungen in die Grubenbaue



Abb 634.

Abb. 633 u. 634. Gewinnung von Spülversatzmaterial mittels Abspritzen (Donnersmarck-Hütte in Zabrze).

hineingebracht. Die in 10 Stunden etwa 1000 cbm (ausschliesslich Wasser) bewältigenden Leitungen haben 125—200 mm lichte Weite. — Wasser : Versatzgut = rund 2 : 3. Abnutzung der Röhren unbedeutend (für Gussröhren mit 12 mm Wandstärke und losen Flanschen [Drehbarkeit der Röhren] kann man

rechnen 1000000 cbm Versatzgut, bei festen Flanschen rund 600000 cbm). Kosten für das Abspritzen sowie für das Heben des aus den Flözen wieder abfliessenden Förderwassers 8—10 ₰/cbm. Die Ablagerung des so eingeschlämmten Gutes (zu dem auch Asche und Schlacke benutzbar) ist vorzüglich und entspricht völlig dem gewachsenen Boden [7].

2. Nach Angaben von Bergdirektor Jobst [8] in Zwickau erfolgt für eine Schachtteufe von rund 600 m die Aufstapelung des Versatzgutes (Wasch- und Haldenberge sowie im Steinbrecher gebrochene Grubenberge [Schieferton]) in Vorratskästen von 200—300 cbm Fassungsraum. Entleerung durch Schieber auf ein wagerechtes Förderband, Zuführung nach dem Sturztrichter, an den sich unmittelbar die senkrechte Schachtrohrleitung anschliesst, bis zur 375 m-Sohle unter Tage, woselbst Aufstürzen der Massen in einem Prellkasten (Gesteinspolster) und Ueberführung nach dem Mischtrichter in derselben Sohle. Hierselbst Wassersammelort für 400 cbm, Zulaufrohrleitung zum Mischtrichter (175 mm lichter Durchmesser), Mischung mit den Bergen, Spülrohrleitung nach den zu füllenden Abbauten im Grubenfeld 150 mm lichter Durchmesser bis etwa 600 mm Teufe. Grösste minutliche Aufgabemenge: 8 cbm Berge; Verhältnis zwischen Bergen und Wasser = 1 : 0,7; Auffüllungsverhältnis im Abbau etwa 93% (der beste Handversatz drückt sich durchschnittlich um $^1/_3$ zusammen).

3. Bei Wassermangel unter Umständen Anwendung von Pressluft, wodurch weniger Wasser zu heben ist, die Anlage von Klärsümpfen unnötig und die Lüftung begünstigt wird; Versatz aber weniger dicht; s. a. Druckluftförderer. — Ist der Gewinnungsort des Versatzgutes vom Verwendungsort ziemlich weit entfernt, so werden meist Bagger (s. d. und S. 35) und Kippwagen (s. d.) oder Selbstentlader (s. d.) verwendet.

Auch bei der Goldgewinnung spielt nach Gruessner (Krupp, Grusonwerk) [9] der hydraulische Abbau (Kalifornien, Australien, Sibirien) eine grosse Rolle. Das Durchsuchen des Geländes sowie der Flussbetten und das Auffinden neuer goldhaltiger, wenn auch ärmerer Schichten führte zum hydraulischen Abbau der am Flussufer aufgestauten Sand- und Schottermassen und der an den Talabhängen anstehenden Schichten. Zur Nutzbarmachung dieser Massen bedarf es jedoch einer ausreichenden Wassermenge mit möglichst hohem Druck und eines genügenden Gefälles für die ablaufenden Rückstände; es bedarf ferner bedeutender Geldmittel zur Anlegung einer Talsperre oder eines Flusswehres. Die örtlichen Verhältnisse geben allein den Ausschlag, welcher niedrigste Goldgehalt noch nutzbringend für das Abspritzverfahren ist. Unter besonders günstigen Verhältnissen ist man imstande gewesen, mit einem Gehalt von 0,08 g Gold auf den cbm oder 16 ₰ einen Gewinn zu erzielen. Die Wasserzuleitung erfolgt in neuerer Zeit in schmiedeeisernen Röhren, weniger in Gruben und Geflutern, die mit möglichst wenig Gefällverlust das Wasser von der Sammelstelle nach einem in entsprechender Höhe über der Abnahmestelle errichteten Behälter leiten, von wo es unter Druck einer Düse zugeführt und gegen die Gebirgsbrust gespritzt wird (Abb. 635). Der Wasserstrahl verrichtet zweierlei Arbeiten: einmal bereitet er durch Herstellung von Einschnitten und Aushöhlungen am unteren Teile des Stosses den Einsturz der oberen Schichten vor, anderseits zerkleinert er die Massen nach dem Niedergehen durch fortgesetzte Einwirkung und spült das lose Geröll nebst Sand mit dem nunmehr befreiten Gold in die Gerinne, wo dieses sich schnell absetzt.



Abb. 635. Hydraulischer Abbau bei der Goldgewinnung.

Die enorme Arbeitsleistung eines hydraulischen Abbaues mit vier Strahlrohren wird am besten durch die verbrauchte Wassermenge veranschaulicht. Zum Betriebe von vier Rohren sind 1200—2500 cbm/st bei 100—200 mm Düsendurchmesser erforderlich. Unter solchem Wasserschwall zerfliessen dicke Erdschichten wie Schnee unter warmen Sonnenstrahlen. Im buchstäblichen Sinne werden „Berge versetzt“, und das Umrissbild des Geländes wird gänzlich umgestaltet. Zuweilen vereinigen sich mehrere Gesellschaften oder Betriebe zu gemeinsamer Anlage der für die Ansammlung des Druckleitungswassers dienenden Dämme, während in Neuseeland z. B. die Regierung den Bau und die Unterhaltung der wasserwirtschaftlichen Einrichtungen übernommen hat. — Weitere Anwendung: Beförderung von Rüben u. dergl. durch Schwemmrinnen, von Fäkalien (Schwemmkanalisation), von Kohle durch Kohlepumpen [10], Schotterbeseitigung im Tunnelbau [11], Ausblasevorrichtung für die Rauchkammerlösche [7] u. s. w.

Literatur: [1] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 408. — [2] Dinglers Polyt. Journ. 1907, S. 4. — [3] Buhle, ebend. 1905, S. 126 ff. — [4] Ders., T. H., III, S. 166 (Welt der Technik 1904, S. 305 ff.). — [5] Der Spülversatz (Oberschles. Berg- und Hüttenmänn. Verein), Kattowitz 1904; Berg- und Hüttenmännische Rundschau 1905, Nr. 7, S. 99 ff.; „Stahl und Eisen“, „Glückauf“ und Zeitschr. des Oberschl. Berg- und Hüttenmänn. Vereins 1901—1905; ferner Buhle, T. H., III, S. 270; Pütz, Das Spülversatzverfahren, Berlin 1907 (Literatur S. VI); ferner „Glückauf“ 1906, S. 606 ff.; 1907, S. 1001 ff. — [6] Nitschmann, Zentralbl. d. Bauverw. 1906, S. 323. — [7] Buhle, Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses 1904, S. 289 ff.; vgl. a. „Stahl und Eisen“ 1907, S. 1818. — [8] „Glückauf“ 1905, S. 97 ff. — [9] Buhle, T. H., III, S. 271 (Vortrag auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure 1905 in Magdeburg: „Die Goldgewinnung aus Alluvien und Erzen“). — [10] Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1097 ff. — [11] Möller, ebend. 1904, S. 1642 ff.

II. Lagermittel.

Speicher und Haufenlager sind meist als Bindeglieder und elastische Einschaltungen (nach Art der Windkessel bei Pumpen) zwischen den das Angebot und die Nachfrage bewältigenden maschinellen Lösch- und Ladevorrichtungen in Verbindung mit den gewählten Fördermitteln und mit Rücksicht auf sie zu entwerfen; sie dienen als Vorratsanlagen für den Winterbedarf, Streikreserven, eiserne Bestände (Krieg) u. s. w. oder als Ausgleichsmittel in Häfen, auf Bahnhöfen u. dergl. — Wie beispielsweise die Kornspeicher zum Ausgleich zwischen der ungleichmässigen Produktion des Getreides und dem steten täglichen Appetit von Menschen und Tieren sowie zur Erhaltung der Frucht dienen, so sind die Kohlenlager und -speicher (grossräumige Silos) die Mittel zur kontinuierlichen Deckung des mit den Jahreszeiten wechselnden Bedarfes im häuslichen und industriellen Leben.

A. Gebäudelager.

a) **Bodenspeicher** (Abb. 636—639) werden diejenigen Lagerhäuser genannt, die aus mehreren (in der Regel 5—6, aber auch bis 10 [vgl. Abb. 646]) Stockwerken bestehen und meist nur durch wenige senkrechte Zwischenwände (mindestens 38 cm starke und 1—1,5 m über Dach geführte Brandmauern, durch die keinerlei Konstruktionsteile gelegt werden dürfen) unterteilt sind. Die Bodenspeicher dienen zur Lagerung von loser oder gesackter Frucht (Getreide, Kaffee, Reis u. s. w.), ferner von Fässern, Ballen, Kisten u. dergl. Vgl. a. Silospeicher, Aufzüge, S. 96, Rutsche und Massentransport.

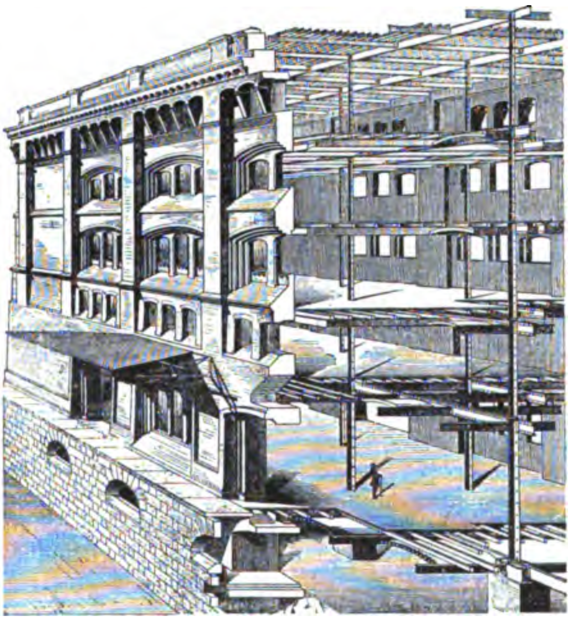


Abb. 636. Packhofsanlage in Berlin (Schnitt durch das Niederlagegebäude).

Der beste Bauplatz für einen Speicher ist naturgemäss die Stelle, wo die Verkehrsmittel (Schiffe, Eisenbahnwagen und Landfuhrwerk) sich so weit als möglich nähern, damit auch der häufig sogar durch den Speicher vermittelte Umschlagverkehr die kürzesten Wege nehmen kann. — Die Grundrissform der Bodenspeicher ist meist rechtwinklig (lange Front); die Tiefe schwankt zwischen etwa 12 und 32 m (eine noch vorteilhafte Lagerung der Waren gibt die untere, die genügende Tagesbeleuchtung und Lüftung die obere Grenze). Die Hauptabmessungen (Gebäudetiefe, Geschosshöhen) einiger Bodenspeicher gibt Zahlentafel 69 [1]; im übrigen vgl. [2] und Zahlentafel 75.

Als Grenzwerte finden sich die lichten Höhen für Keller 2,3—3,5 m, Erdgeschoss 3,0—4,8 m, obere Stockwerke 2,7—4,0 m, Dachgeschoss 2,5—5,5 m.

Die Entfernung der zweckmässig senkrecht zu den einfallenden Lichtstrahlen anzuordnenden Unterzüge beträgt in der Regel 4—5 m, die der Balken 3—4 m. Die Nutzlastbelastung auf 1 qm wird meist angenommen bei leichten Speichern

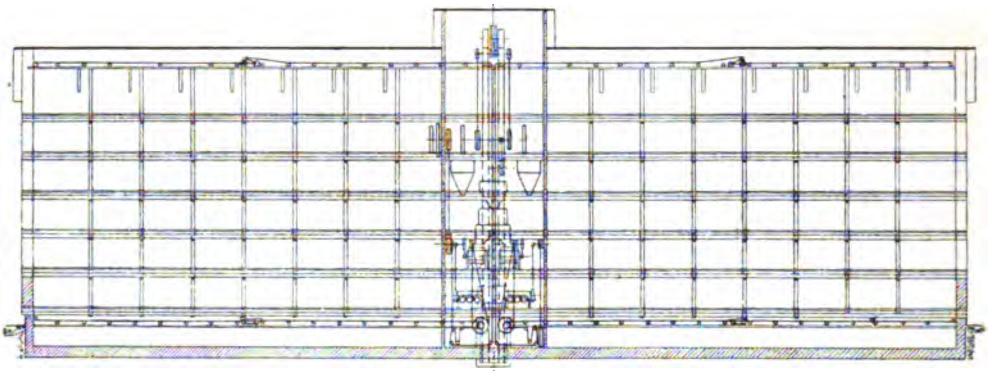


Abb. 637.

1000 kg, bei schweren Speichern für das Erdgeschoss 1800—2000 kg, für die Böden 1250—1800 kg und für den Dachboden 500—1000 kg. Ueber die Gründung von Bodenspeichern vgl. [3] (Rammtafeln und Formeln) und unten (erstes Beispiel). Die Mauern werden durch Wandsäulen und Unterzüge entlastet und

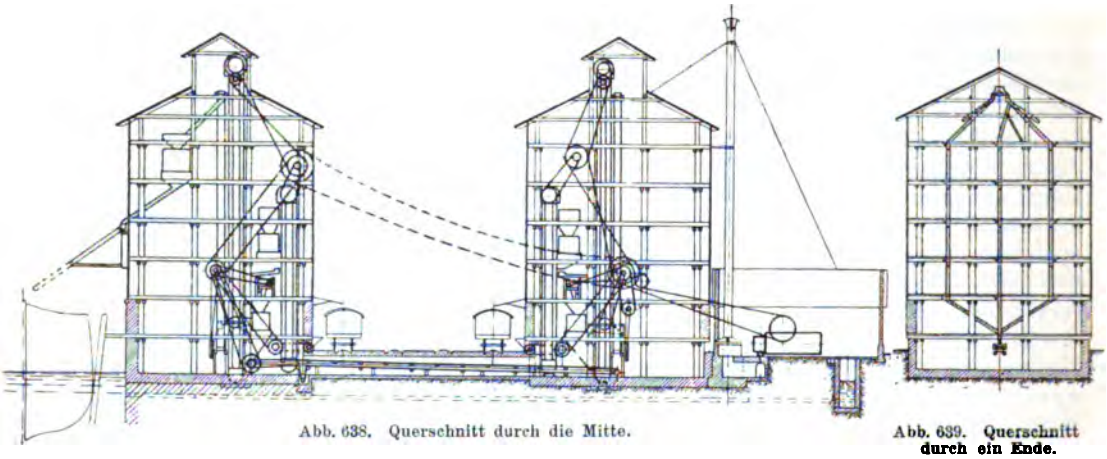


Abb. 638. Querschnitt durch die Mitte.

Abb. 639. Querschnitt durch ein Ende.

Abb. 637—639. Speicheranlage im Hafen von Dérindjé, gebaut vom Eisenwerk vorm. Nagel & Kaemp, A.-G., in Hamburg.

mit der demnach unabhängig aufzustellenden Tragkonstruktion nur leicht verankert; die zweckmässig mit 6 cm Luftschichten auszustattenden Umfassungswände erhalten im Keller meist eine Stärke von 63—75 cm, für das Erdgeschoss und die ersten zwei Böden 50—63 cm, für die oberen Stockwerke 50 cm (alles einschliesslich Luftschicht); Wände unter $1^1/_2$ Stein (38 cm) sind für Bodenspeicher nicht empfehlenswert. Als Material für die Tragkonstruktion, dessen Wahl insbesondere abhängig ist von den örtlichen Baupolizeibestimmungen, kommen in Betracht: Holz, Guss- und Schmiedeeisen, Mörteldecken, Monierkappen oder andre massive Decken (Hennebique) u. s. w.

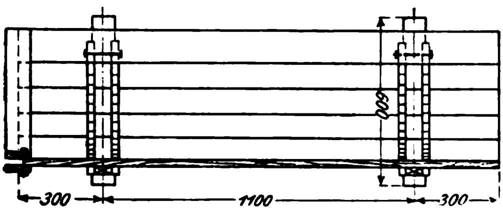
Die meist zur Lagerung von Butter, Oel, Spiritus u. dergl. verwendeten Keller sind mit ihrer Sohle über das bekannte höchste Grundwasser zu legen oder mit wasserdichten Fussböden und Wänden auszustatten. Wegen der Feuersgefahr werden die Stützen meist aus Eisen oder Stein hergestellt und die Decken gewölbt oder aus Betonguss gefertigt. Das Erdgeschoss wird gern in Höhe der Ladebühnen (1,12 m über Schienenoberkante) angeordnet. Vorteilhaft ist es, allen Decken von der Mitte nach den Luken ein Gefälle von etwa 1:200 zu geben und in die Wände Tonröhren einzumauern zum Abfluss etwaigen Lösch-

wassers. Empfohlen wird eine Entfernung der 1.8—2,9 m hohen und 1,7—2,3 m breiten, nach innen schlagenden Luken von etwa 10 m; die Fenster pflegt man 20:25 cm zu wählen (zwei Scheiben zum Oeffnen, häufig Drahtgitter zum Schutze gegen Vögel). Die massiven, vom Keller bis zum Dachboden führenden und nur dem Personenverkehr dienenden Treppenhäuser haben meist Umfassungswände wie die Brandmauern (s. oben), Stufen 20 cm hoch, 24 cm tief und mindestens 90 cm breit. In der Regel werden hier auch die Aborte, Leitungsröhren und Kabel untergebracht; Türen selbstschliessend, eisenbeschlagen, mit Gucklöchern und Vorlegeschlössern. Für den Warentransport dienen Hebezeuge (Aufzüge, s. d.). Ueber Schutzmassregeln gegen Feuersgefahr s. unten und [3], ferner Vorrichtungen für Feuerlöschzwecke, vgl. unten [1] und [4].

Zahlentafel 69.

Geschosshöhe	Frankfurt a. M. m	Worms m	Mannheim m	Ludwigshafen m	Hamburg Block G. u. D. m	Hamburg Kaiserkai m	Militärspeicher Berlin Moabit m	Tempelhof m	Köpenicker Strasse m
Keller . . .	3,30	2,75	—	—	3.02	3,00	2,80	—	—
Erdgeschoss	4,64	4,20	4,20	4,50	4,00	4,00	3,20	3,30	3,45
1. Stock . .	3,28	3,10	3,10	3,20	3,20	3,00	2,80	2,90	2,93
2. „ . .	3,28	3,10	3,10	3,20	2,95	3,00	2,80	2,90	2,93
3. „ . .	3,28	3,10	3,10	3,20	2,95	3,00	2,80	2,90	2,93
4. „ . .	—	3,10	3,10	—	2,95	3,00	2,80	2,90	2,93
5. „ . .	—	3,10	—	—	—	—	2,80	—	—
Dachstock .	5,59 bezw. 3,20	2,55	4,20	5,00	5,00	—	4,00	4,00	4,50
Lichte Tiefe	25,2	23,7 bis 24,4	24,60	22,75	27.9 bezw. 16,0	17,0	27,00	22,50	30,71

In den für die Lagerung und Erhaltung von lose geschüttetem Getreide bestimmten Bodenspeichern, den sogenannten Schüttbodenspeichern, die namentlich in Europa heutzutage sehr oft mit Silospeichern (s. d.) vereinigt werden (Abb. 645, 709, 722 und 724), wird das Korn in einer Schicht von (0,5) 1,2—2,5 m Höhe auf dem Fussboden ausgebreitet (für frisch geerntete Frucht [0,5 m] die beste Lagerung); die bei dieser Aufbewahrungsart zur Erhaltung der Frucht nötige Lüftung wird durch zahlreiche Fenster und Luken bewirkt. Das Korn wird (vielfach mit Hilfe verstellbarer Trennungswände, Abb. 640 und 641) in — Gänge von 0,8—1,5 m Breite (Feuerpolizei) zwischen sich freilassende — Beete oder Felder abgeteilt, die



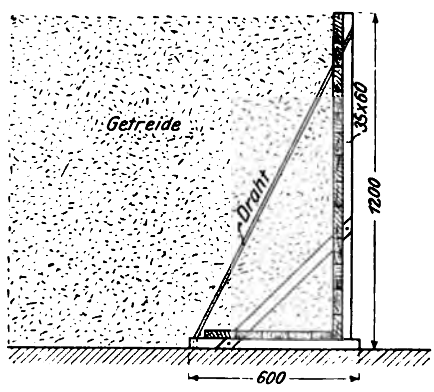


Abb. 640 u. 641. Verstellbare Trennungswände (Waterloo-Dock in London).

um so flacher sein und um so häufiger umgeschaufelt werden müssen, je feuchter das Getreide ist. Schneller und billiger als von Hand geschieht das Umlagern (Umstechen) durch nahezu selbsttätig arbeitende Rieseleinrichtungen (s. S. 219 und [5]).

Auf die Böden gelangt das Getreide mittels Elevatoren (Becherwerken, s. d.), Gurtförderern (s. d.) bezw. Schnecken (s. d.); entnommen

wird es mit Hilfe von Drehschiebern durch Fallrohre (s. Rutschen), als welche häufig die hohlen eisernen Stützsäulen dienen [6]. Meist wird das Korn vor der Einlagerung einer Vorreinigung unterworfen, durch die Staub und Unkraut entfernt werden (s. unten, zweites Beispiel).

Die Vorteile der (älteren) Bodenspeicher gegenüber den (jüngeren) Zellenspeichern (Silos) liegen darin, dass ausser dem je nach der trockeneren oder feuchteren Beschaffenheit in mehr oder minder hoher Schicht aufzubewahrenden Körnergut auch Stückgut gelagert werden kann, dass Proben leicht zu entnehmen sind und dauernd Zugluft möglich ist. Demgegenüber steht als wesentlicher Nachteil, dass die Raumausnutzung verhältnismässig klein ist. Praktisch

Zahlentafel 70.

	Belastungsgrundfläche qm	Gesamtfassungsgewicht t	Fassungsgewicht für 1 qm Belastungsgrundfläche kg
6geschossige Bodenspeicher der Magazinanlage Tempelhof	2400	5000	∼ 2080
7geschossige Bodenspeicher der Magazinanlage Moabit	1680	3500	2080
Silos in Münster	500	4000	8000
Silos in Mannheim	990	10000	10100
Silos in Ludwigshafen	1000	5000	5000
Silos in Bernburg	96	945	9840

wird das durch die Beispiele in Zahlentafel 70 bewiesen; ein theoretisches Beispiel liefert fast dasselbe Durchschnittsergebnis: ein Bodenspeicher von 30:20 m Grundfläche und 6 Stockwerken von je 3 m Höhe hat einen Rauminhalt von $R = 10800$ cbm.[1]) Beträgt die Schütthöhe des Getreides 1,2 m, so ist die lagernde Fruchtmenge nach Abzug von rund 25 % für Gänge u. s. w.: $M = 0{,}75 \cdot (30 \cdot 20 \cdot 1{,}2 \cdot 6) = 3240$ cbm, d. h. $M:R = 0{,}3$. Ueber weitere Vorteile der Silospeicher (s. d.). Im allgemeinen wird man sagen können: Wo Grunderwerbs- und Baukosten gross sind, werden sich Silos empfehlen,

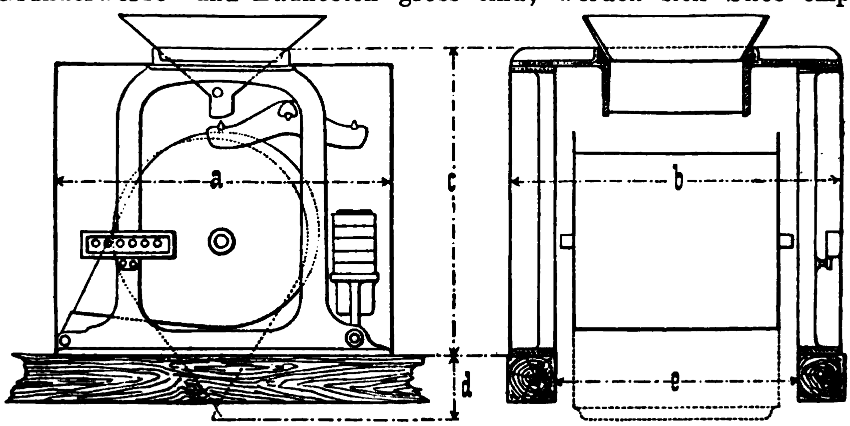


Abb. 642 u. 643. Ortsfeste selbsttätige Wage von Reuther & Reisert in Hennef a. Sieg.

wenn das Korn Zellenlagerung verträgt; sonst ist die Wahl zwischen Silo, Bodenspeicher und vereinigtem System von den jeweiligen gegebenen Verkehrs-, Betriebs- und sonstigen besonderen Verhältnissen abhängig.

---

[1]) Ist allgemein: Q die lagerbare Getreidemenge in cbm,
h „ Schütthöhe in m,
l „ lichte Speicherlänge in m,
b „ „ Speicherbreite in m,
i „ Anzahl der belegten Böden,
so ist $Q \sim 0{,}75\, h\, l\, b\, i$.

Abb. 636 zeigt als Beispiel eines Bodenspeichers für Waren aller Art einen Schnitt durch das Niederlagegebäude des „Packhofes" in Berlin [5]. Die Kosten des in Backsteinrohbau mit Vollklinkerverblendung hergestellten Gebäudes haben sich — ausschliesslich der 107 900 M. erfordernden künstlichen Gründung — auf 1 068 380 M. belaufen. Bei einem Inhalt der bebauten Grundfläche von 4595 qm kommt auf das qm der Einheitsbetrag von 232,50 M. (ohne Gründung). Der Rauminhalt des Bodenspeichers beträgt 95 116,50 cbm, der Einheitspreis für das cbm also 11,20 M. Die nutzbare Lagerfläche misst 17 300 qm, demnach berechnet sich der Einheitsbetrag der Gesamtkosten für das qm auf 68 M.

Als Beispiel eines neueren, maschinell betriebenen Bodenspeichers für Getreide sei die im Hafen von Dérindjé an der Anatolischen Bahn (Kleinasien) [7] erbaute Speicheranlage (Abb. 637—639) kurz beschrieben. Diese enthält mechanische Einrichtungen für die Entnahme des Getreides von der Bahn, für die Reinigung, Verwiegung und Einlegung sowie für die unmittelbare Verladung in den Dampfer. Von den beiden Speichern ist der eine auf das feste Land, der andre zum Teil ins tiefe Wasser gebaut; sie liegen unmittelbar hintereinander und lassen zwischen sich Raum für vier Betriebsgleise. Hinter den Speichern befindet sich das Maschinenhaus mit zwei Dampfmaschinen von je 40 PS., welche die mechanische Einrichtung der beiden Speicher antreiben; eine dritte, kleinere Maschine (in der Zeichnung nicht mit dargestellt) dient zur Beleuchtung der Speicherräume. Der Landspeicher ist auf einem Pfahlrost gegründet. Das Fundament des Wasserspeichers wurde auf der wasserseitig gelegenen Hälfte mit Hilfe von hölzernen Senkkasten hergestellt, die schwimmend herangebracht und an Ort und Stelle versenkt wurden. Dieses Senkkastenfundament reicht bis zu 8,5 m, und die Wassertiefe vor der Speicheranlage beträgt im Striche des anlegenden Schiffes etwa 8 m. Die 75,9 m langen und 15 m breiten Speichergebäude bestehen aus Holz und haben einen Mantel aus verzinktem Wellblech. Ueber dem Kellergeschoss erheben sich sechs Schüttböden, von denen die fünf unteren je 3,10 m, der oberste 2,5 m hoch ist. Jeder Boden hat eine Schüttfläche von etwa 850 qm; in beiden Speichern sind also 10 200 qm Schüttfläche vorhanden. Die Beschüttung der Böden ist durchschnittlich zu 1,6 m Höhe = 1,2 t/qm angenommen, so dass sich eine Aufnahmefähigkeit von 12 240 t für beide Speicher ergibt.

Zahlentafel 71. Abmessungen der selbsttätigen Getreidewagen „Chronos" in mm, Abb. 642 und 643.

Nr.	a	b	c	d	e
3	520	520	454	110	376
3a	535	535	470	120	390
4	610	614	530	130	450
4a	626	630	565	140	476
5	765	684	650	150	504
5a	790	705	675	160	525
6	1045	1000	900	200	740
6a	1070	1025	925	220	765
7	1160	1290	965	285	1010
7a	1260	1300	1120	320	1020
8	1310	1410	1150	330	1130
8a	1460	1790	1230	340	1448
8b	1680	1810	1375	350	1458
9	1730	1900	1400	360	1544
9a	1835	2030	1570	370	1596
9b	1875	2250	1610	400	1816
10	2070	2270	1740	440	1820
10a	2110	2700	1780	460	2250
10b	2150	3220	1820	480	2770

Zahlentafel 72.

Ausschüttungen, Leistungen und Gewichte der selbsttätigen Getreidewage „Chronos“ (Reuther & Reisert in Hennef a. Sieg).

	Nr. der Wage	jedesmalige Ausschüttung der Wagschale in kg			ungefähre Leistung in kg/st			Nach den Bestimmungen der Eichordnung über selbsttätige Registrierwagen werden die verschiedenen Nummern wie folgt geeicht:
		Weizen und Roggen	Gerste und Malz	Hafer	Weizen und Roggen	Gerste und Malz	Hafer	
	3	5	5	—	1500	1400	—	für Weizen und Roggen. „ Gerste und Malz. „ Oelsaat.
	3a	$7^1/_2$	6	—	1950	1530	—	
	4	10	10	—	2500	2300	—	für Weizen und Roggen. „ Gerste und Malz. „ Oelsaat.
	4a	15	12	—	3450	2700	—	
	5	20	20	—	4600	4300	—	für Weizen und Roggen. „ Gerste und Malz. „ Oelsaat, Reis.
	5a	30	25	—	6300	4920	—	mit 25 kg wie vorstehend.
	6	50	50	$37^1/_2$	10000	9250	5250	mit 50 kg für alle Frucht ausschl. Hafer. oder 37,5 kg nur für Hafer.
	6a	75	60	45	13500	10500	5850	mit 75 kg für Weizen und Roggen.
	7	100	100	75	18000	16500	9375	mit 100 kg für alle Frucht ausschl. Hafer. oder 75 kg nur für Hafer. als Sackwage für alle Frucht einschl. Hafer.[1])
	7a	150	120	90	24000	18600	9900	mit 150 kg für Weizen und Roggen.
	8	200	150	100	30000	20250	11000	mit 200 kg für Weizen und Roggen. oder 150 „ „ alle Frucht ausschl. Hafer. „ 100 „ „ „ „ einschl. „
	8a	300	250	200	40500	31250	18000	mit 300 „ „ Weizen und Roggen. oder 250 „ „ alle Frucht ausschl. Hafer. „ 200 „ „ „ „ einschl. „
	8b	400	300	240	52000	36000	21600	mit 460 „ „ Weizen und Roggen. oder 250 „ „ alle Frucht einschl. Hafer.
Elevatorwagen	9	500	400	300	65000	48000	27000	mit 500 „ „ Weizen und Roggen. oder 400 „ „ alle Frucht ausschl. Hafer. „ 300 „ „ „ „ einschl. „
	9a	600	450	350	78000	51750	31500	mit 600 „ „ Weizen und Roggen. oder 450 „ „ alle Frucht ausschl. Hafer. „ 350 „ „ „ „ einschl. „
	9b	700	500	400	84000	57500	32000	mit 700 „ „ Weizen und Roggen. oder 500 „ „ alle Frucht ausschl. Hafer. „ 400 „ „ „ „ einschl. „
	10	900	700	500	108000	77000	40000	mit 900 „ „ Weizen und Roggen. oder 700 „ „ alle Frucht ausschl. Hafer. „ 500 „ „ „ „ einschl. „
	10a	1200	1000	700	132000	110000	52500	mit 1200 „ „ Weizen und Roggen. oder 1000 „ „ alle Frucht ausschl. Hafer. „ 700 „ „ „ „ einschl. „
	10b	1500	1200	800	150000	125000	60000	mit 1500 „ „ Weizen und Roggen. oder 1200 „ „ alle Frucht ausschl. Hafer. „ 800 „ „ „ „ einschl. „

[1]) Zum Füllen von Säcken wird die Wage Nr. 7 für alle Fruchtarten und alle Ausschüttungen, welche von 100 kg abwärts bis 75 kg beliebig gewechselt werden können, geeicht und erhält dann einen Zähler, der nicht die Anzahl der kg, sondern die Anzahl der Entleerungen des Behälters, also die Anzahl der gefüllten Säcke, anzeigt.

Sämtliche Wagen können für alle Fruchtarten mit allen Ausschüttungen von den in der Zahlentafel angegebenen **Maximalausschüttungen** an bis zu 25% weniger gebraucht werden, wenn sie mit einem Zähler versehen sind, der nicht die kg, sondern die Anzahl der Ausschüttungen anzeigt.

Selbsttätige Abstellvorrichtungen, welche die Wage nach Durchlass einer vorher bestimmten Menge, z. B. 25400 kg, stillstellen, können an den Wagen von Nr. 4 ab angebracht werden.

Jeder Speicher ist mit einer Empfangsvorrichtung für 50 t/st und einer Ausladevorrichtung für 100 t/st ausgerüstet. Falls nichts aufgenommen wird, können aus jedem Speicher 100 t/st, zusammen also 200 t/st, in den Dampfer verladen werden. Die Empfangsvorrichtung besteht je in einer 20 m langen Längsschnecke, mit der das Getreide, das aus den Wagen unmittelbar in die Schnecke hineinläuft, nach einem Elevator befördert wird; dieser bringt es zunächst nach einer selbsttätigen Wage (Abb. 642 und 643 sowie Zahlentafeln und [8]), auf der es in ungereinigtem Zustande gewogen wird. Von da geht es zur Reinigungsmaschine, dann zu einer zweiten Wage, wird darauf von dem zweiten Elevator auf ein Förderband gehoben und von diesem schliesslich durch Abfallrohre nach den einzelnen Böden befördert. Bei der Ausgabe gelangt das Getreide durch die Abfallrohre und das Längsförderband — wenn es aus dem Landspeicher kommt, weiter über ein Querband im Verbindungstunnel — zu dem grossen Elevator im Wasserspeicher und wird durch diesen über eine selbsttätige Wage nach den dreh- und ausziehbaren Ausladeröhren befördert, die es unmittelbar in das Schiff auslaufen lassen. Die Einrichtungen gestatten auch, das Getreide umzulagern. Zu dem Zweck wird es durch die Abfallrohre und das Längsförderband nach dem grossen Elevator geführt. Jeder Speicher besitzt eine Reinigungsanlage, in der Staub, Kaff, Steine u. s. w. ausgeschieden werden; die Reinigung kann entweder beim Empfang oder später beim Umlagern des Getreides vorgenommen werden. Auch kann die Gerste durch sogenannte Entgranner geführt werden, von denen in jedem Speicher einer untergebracht ist. Hier werden den Körnern die Köpfe gebrochen und sie somit für Mälzereizwecke vorbereitet. Die Staubluft wird von der Reinigungsmaschine in zwei Zyklone hineingeblasen, aus denen sie nahezu staubfrei austritt. Zur Vermeidung übermässiger Staubentwicklung beim Empfang und bei der Ausladung des Getreides arbeitet in jedem Speicher ein Exhaustor, der die Luft aus den Wägevorrichtungen (s. a. Abb. 644) absaugt.



Abb. 644. Fahrbare selbsttätige Wage von Reuther & Reisert in Hennef a. Sieg.

Grösse der Mühlenspeicher bei grossen Mühlen etwa gleich dem 25—30fachen Betrag der Tagesvermahlung.

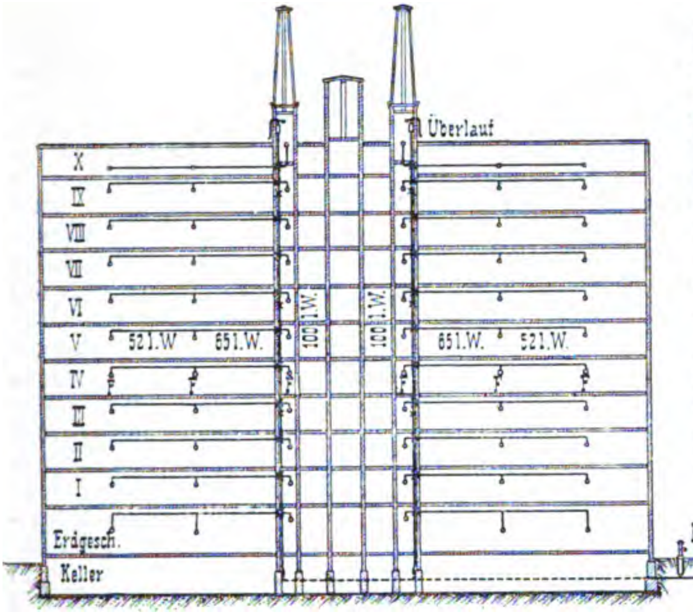
Anerkannt der **schönste** Getreidespeicher ist der von Worms (Abb. 645) [7] und [9], der ein Beweis dafür ist, dass unsre „Nutzbauten“ keineswegs dazu verdammt sein müssen, „jenen öden und abstossenden Eindruck zu machen, den ihnen die fühllose Hand eines kalt berechnenden Geistes aufzudrücken pflegt, sondern geradeso gut wie die Kunstbauten Anspruch auf künstlerische Gestaltung ihres Aeusseren erheben dürfen, ohne an Zweckmässigkeit einzubüssen“. Bis jetzt ist nur ein Flügel ausgebaut, weil er vorläufig dem bestehenden Bedürfnis genügt.

Der **grösste** deutsche Kornspeicher (s. a. Silospeicher) ist 1897 von Kapler in Berlin (damaliger Direktor Rasch) in Königsberg (Abb. 646 und 647)[1]) gebaut; er fasst 43000 t (s. Zahlentafel 75) [10]. Besonders bemerkenswert an ihm ist auch die von der Union in Königsberg ausgeführte Feuerlöscheinrichtung. Das Rohrnetz geht durch sämtliche Stockwerke und liefert genügend viel Wasser mit einem Druck von 6 Atm. In jedem Geschoss sind 12 Feuerhähne F angebracht. Das Rohrnetz wird durch ein im Maschinenhause befindliches Pumpwerk gefüllt, das 2100 l/min zu beschaffen vermag. Das Pumpwerk ist mit einem selbsttätigen

1) Ueber die Kosten vgl. unten Zahlentafel 74 (Fussnote).



Abb. 645. Getreidespeicher in Worms von G. Luther, A.-G., in Braunschweig.



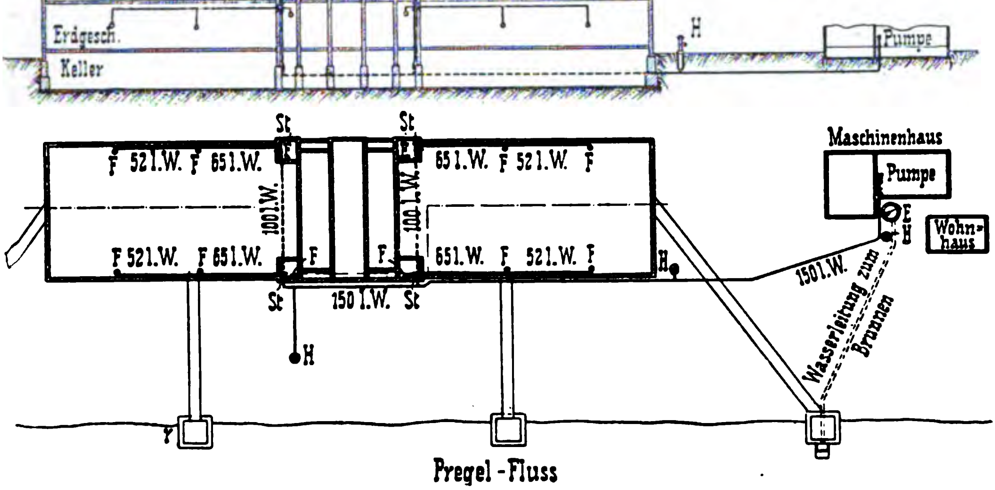


Abb. 646 u. 647. Feuerlöscheinrichtung im Getreidespeicher zu Königsberg.

Druckregler versehen, der einen beliebig einzustellenden Druck aufrechterhält und den Betrieb einrückt, sobald sich der Druck etwa durch Oeffnen eines Hahnes verringert.

Die Feuerlöschleitungen sind, soweit sie in der Erde liegen, 150 mm weite gusseiserne Muffenrohre; in den vier Steigetürmen sind 100 mm weite gusseiserne Flanschrohre *St* emporgeführt. Von ihnen zweigen in jedem Stockwerk 65 mm weite schmiedeeiserne, innen und aussen verzinkte Rohre ab, die sich nach den Feuerhähnen zu auf 52 mm verjüngen.

Auf dem Dache sind metallene Stutzen zum Anschrauben der Schläuche angeordnet.

Ausserhalb des Gebäudes sind drei Oberflurhydranten *H* aufgestellt, an welche je zwei Druckschläuche von 50 mm Weite und ein Saugschlauch für die Dampfspritze zugleich angeschlossen werden können.

Der beim Speicherbau so überaus wichtigen Forderung nach möglichst weitgehender F e u e r s i c h e r h e i t kann im allgemeinen durch drei Mittel Rechnung getragen werden:

1. Erschwerung des Entzündens (Bau aus Stein und Eisen, bezw. Umkleidung mit R a b i t z u. s. w., oder bei Holz: Imprägnierung [11]).

2. Verhütung der Ausbreitung eines Feuers bezw. Fürsorge für schnelles und selbsttätiges Löschen an den gefährlichsten Punkten. Dafür dienen in erster Linie die sogenannten „Sprinkler", wie sie nach dem System „G r i n e l l" [12] (Abb. 648 bis 650) die Firma W a l t h e r & C o. in Kalk bei Cöln bezw. nach eignem System G e b r. S e c k in Dresden [13] herstellen. Nach O h r t, „Speicherbau in Amerika" [14], sinkt die Versicherungsprämie in Amerika bei Anwendung dieses Systems auf die Hälfte, so dass die Anlagekosten bald bezahlt sind. Die selbsttätige Feuerlöscheinrichtung mit Brause und Feueralarmapparat hat infolge ihrer überraschend vollkommenen Wirkung in Nordamerika während der Jahre 1881

bis 1889 in mehr als 6000 Fabriken Eingang gefunden; in Amerika sind über 1 000 000 und in England über 300 000 Brausen in 5 Jahren angewendet worden, und es beweisen zahllose Zeugnisse ihre Wirksamkeit bei ausgebrochenen Bränden. Die statistischen Nachweise der Versicherungsgesellschaften legen dar, dass zwar drei Viertel der Brände bei Tage entstehen, dass aber drei Viertel des verursachten Schadens auf Brände in der Nacht oder den Sonntagen, also in Abwesenheit der Arbeiter entfallen. Darin ist zahlenmässig der Wert einer sicher wirkenden, selbsttätigen Löscheinrichtung ausgesprochen. Der Wasserschaden ist beim Löschen durch eine Brauseanlage viel geringer als durch andre Löschmittel, weil die Brausen schon in der ersten Minute nach Ausbruch des Schadenfeuers zu wirken beginnen. Ausserdem sind meist die Decken, welche für die Böden verwendet werden, wasserdicht, und für Ablaufvorrichtungen wird gesorgt, so dass im Falle von Rohrbrüchen kein Getreide verderben kann.

Ein Hauptwasserrohr von etwa 60 mm Durchmesser, welches das Wasser aus einem im höchsten Boden gelegenen Wasserbehälter mit genügendem Druck entnimmt, geht senkrecht durch die unteren Stockwerke. Von dem Hauptwasserrohr zweigen sich in den einzelnen Böden wagerechte Leitungsrohre ab, die an der Hauptmauer (nahe unter den Decken liegend) entlang gehen. Das letzte Rohr liefert in den einzelnen Räumen das Wasser in eine grössere Anzahl Zweigrohre von etwa 30 mm Durchmesser, welche ebenfalls nahe unter der Decke nach der Quere des Raumes liegen, untereinander parallel sind und eine Entfernung von ungefähr 3 m voneinander besitzen. An jedem der Zweigrohre befinden sich in Entfernungen von ebenfalls 3 m voneinander die zum Löschen unmittelbar tätigen Apparate, die Brausen. Jede Brause beherrscht einen Raum von etwa 9 qm.

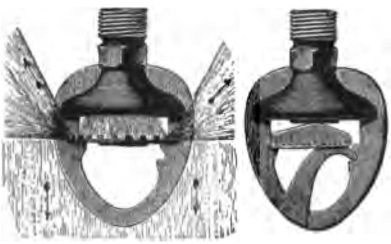


Abb. 649 u. 650.

Die Brause (Abb. 649 und 650) besteht aus einem abwärts gerichteten Ventil von 13 mm Oeffnung, dessen Teller durch einen Hebel und eine Hebelstütze fest geschlossen gegen den Ventilsitz gehalten wird, so dass kein Wasser austreten kann. Die Hebelstütze ist an einem Messingbügel des Ventilkörpers angelötet mit einem leichtflüssigen Metall, welches schon bei 73° C. oder 58° R. schmilzt. Bei einem im Raume entstehenden Feuer wird diese Temperatur an der nächstbefindlichen Brause bald erreicht, das Lot an der Hebelstütze schmilzt, und letztere sowie der Hebel fallen ab; damit ist der Schluss des Ventils gelöst, der Ventilteller geht um etwa 10 mm nach unten, das Wasser strömt aus und schlägt auf den Ventilteller auf. Durch den gezahnten Rand des Ventiltellers wird dann das Wasser in Strahlen gegen die



Abb. 648—650. Speicher mit selbsttätiger Feuerlöschbrause, System Grinell (Walther & Co. in Kalk bei Cöln).

Decke geworfen, fällt als Sprühregen auf den Fussboden und löscht das in seinem Bereiche liegende Feuer.

Das Ventil ist so gebaut, dass der Druck des Wassers zum vollkommenen Schluss mitwirkt, so dass es nicht undicht werden kann. Der Verschluss löst sich bei der Temperatur von 73° C. ganz sicher.

In die Hauptleitung ist ein Ventil eingeschaltet, welches sich sofort öffnet, wenn eine Brause sich löst. Die Bewegung des Ventils wird auf ein Läutewerk übertragen. Auf diese Weise wird der Ausbruch des Feuers augenblicklich weithin vernehmbar angezeigt und damit die Ausführung weiterer Massregeln unmittelbar nach dem Entstehen des Brandes ermöglicht. Das Wasser kann gleich abgestellt werden, wenn die Gefahr vorüber ist. Der Alarmapparat tritt auch in Wirksamkeit, wenn die Rohrleitung an einer Stelle undicht wird. Er zeigt also auch das Schadhaftwerden der Einrichtung an. — Im Winter wird das Wasser durch eine Dampfleitung erwärmt, und durch fortwährende Zirkulation wird ein Gefrieren unmöglich. Das Stagnieren des Wassers wird durch periodisches Ablassen und Zupumpen vermieden. Vgl. a. [15].

Die Vorteile der selbsttätigen Löscheinrichtung sind die folgenden: Ein ausgebrochenes Feuer wird selbsttätig und mit überhaupt erreichbar vollkommener Sicherheit gelöscht. Das Feuer wird auf einen Raum von einigen Metern vom Entstehungspunkte beschränkt und dem Ausbruch eines grossen Brandes in wirksamster Weise vorgebeugt.

Die Einrichtung tritt zu jeder Zeit, am Tage oder in der Nacht, in An- oder Abwesenheit des beaufsichtigenden Personals oder der Arbeiter, sobald Feuer ausbricht, in Wirksamkeit. Es bedarf keiner An- und Abstellung von Apparaten. Die Einrichtung ist unabhängig von der Aufmerksamkeit und Intelligenz der mit der Ueberwachung des Speichers betrauten Personen.

Der Alarmapparat meldet weithin den Ausbruch eines Feuers. Weitere Massregeln können deshalb sofort ergriffen, das Wasser kann, wenn das Feuer gelöscht ist, gleich abgestellt werden. Unnötiger Wasserschaden wird verhütet. Das Wasser ergiesst sich nur da, wo wirklich Feuer entsteht. Die Einrichtung wirkt auch in sonst unzugänglichen und raucherfüllten Räumen, und zwar unmittelbar auf den Herd des Feuers.

Endlich bedarf die Einrichtung keiner besonderen Aufsicht. Sie ist stets in gutem Zustande, zum Funktionieren bereit. Die Brausen können sich nicht verstopfen und nicht versagen. Das Undichtwerden der Rohre wird durch den Alarmapparat gemeldet. Es bedarf keiner Kenntnis des Apparates seitens der Hilfeleistenden. Er arbeitet in grösster Vollkommenheit an der richtigen Stelle, zur richtigen Zeit und mit dem vollkommensten Mittel.

Elektrische Wasserstandsanzeiger (Maximal- und Minimalkontakt) sowie Ueberlaufrohre u. s. w. sind zu empfehlen; im übrigen ist und bleibt die beste Feuersicherheit eine gute Feuerwehr, die bequeme Zufuhrstrassen, Hydranten, Schläuche, Leitern u. s. w. in geeigneter Menge und guter Verteilung vorfinden muss. Auch tragbare Extinkteure (Minimax-Apparate) und mit Wasser gefüllte Eimer sind an vielen Orten aufzustellen.

3. Ein drittes, sich schnell zunehmender Verbreitung erfreuendes Feuerschutzmittel bieten die selbsttätigen Feuermelder und Feueralarmsysteme [13]. Die Firma Oscar Schöppe in Leipzig, die ihre derartigen bestens bewährten Apparate seit nunmehr 30 Jahren herstellt und vertreibt, hat beispielsweise auch in den umfangreichen Neu- und Umbauten der bekannten Maschinenfabrik von Karl Krause in Leipzig, in der Königl. Dampfbuchbinderei von Hübel & Denck ebendaselbst, in der Kammgarnspinnerei von Heinrich Dietel in Sosnowice (Russland), in der Tabakfabrik „Laferme" in St. Petersburg u. s. w. selbsttätige Feuermelder in ausgedehntem Masse installiert.

Ein brauchbarer selbsttätiger Feuermelder muss jederzeit bereit sein, ein ausbrechendes Feuer sofort einer oder mehreren Zentralstellen anzumelden; dazu muss er so konstruiert sein, dass er selbst nach jahrelanger Untätigkeit unter den ungünstigsten Betriebsverhältnissen imstande ist, eine auftretende gefährliche Temperaturerhöhung anzuzeigen. Diese Bedingungen hat Schöppes Feuer-

melder seit Jahrzehnten auf das zuverlässigste erfüllt und fand deshalb in fast allen Industriezweigen Verwendung, wobei einwandsfrei festgestellt worden ist, dass auch in solchen Betrieben, in denen viel Staub, Feuchtigkeit oder Säuredämpfe entstehen, kein schädlicher Einfluss auf seine dauernde Wirksamkeit ausgeübt werden kann.

Dieser Feuermelder ist ein auf jeden Grad einstellbares Metallthermometer; seine Wirksamkeit beruht auf der Ausdehnung eines Metallstreifens durch Wärme. Die durch viele Patente und Gebrauchsmuster im In- und Auslande geschützte Vorrichtung, deren neueste Bauart aus den Abb. 651—654 hervorgeht, ist überraschend einfach. In den Abb. 651—653 sind zwei Melder für verschiedene Zwecke im Schnitt wiedergegeben. Diese beiden Apparate unterscheiden sich voneinander nur dadurch, dass einmal der Metallstreifen *b* nach unten (Abb. 651, Arbeitsstrommelder), das andre Mal nach oben (Abb. 653, Ruhestrommelder) durchgebogen ist. Ihre Verwendung ist eine durchaus verschiedene. Am einfachsten ist die Anbringung eines Arbeitsstrommelders, der nach Abb. 654 in jede bestehende Weckeranlage ohne weiteres eingeschaltet werden kann.

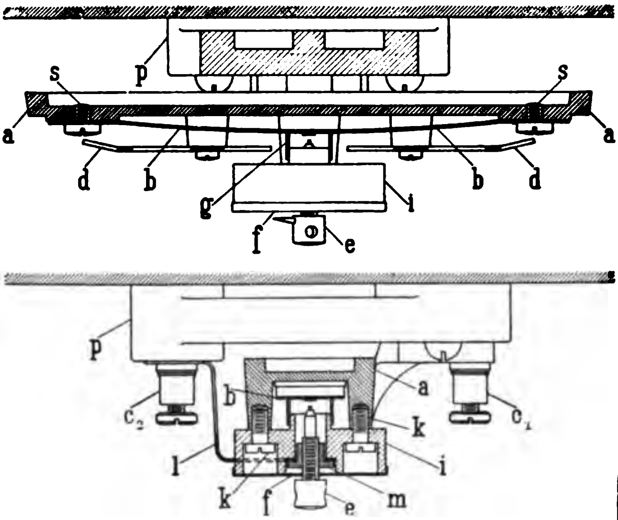


Abb. 651 u. 652. Arbeitsstrommelder von Schöppe in Leipzig.

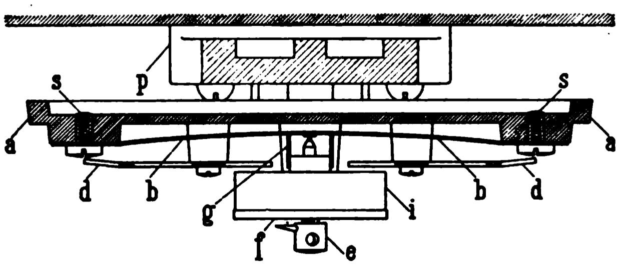


Abb. 653. Schöppes Ruhestrommelder.

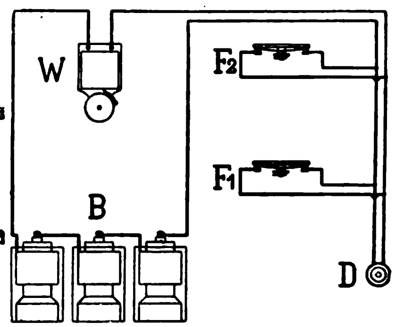


Abb. 654. Schöppes Weckeranlage. *W* Wecker. *B* Batterie. *D* Druckknopf. *F1 F2* Feuermelder.

Während der Arbeitsstrommelder in einem aus Element und Glocke zusammengeschalteten Stromkreis, eintretendenfalls ähnlich einem elektrischen Druckknopf, den Stromkreis schliesst und dadurch die Glocke zum Ertönen bringt, wird der Ruhestrommelder in einen ständig vom Strom durchflossenen Kreis eingeschaltet. Tritt dieser in Tätigkeit, dann öffnet er den Stromkreis und veranlasst, dass ein weiterer Apparat, z. B. ein Relais, einen Wecker in Betrieb setzt.

Die Konstruktionsteile beider Melder sind die folgenden: Der Apparat besteht aus einem gusseisernen Fundament *a*, auf welches vermittelst der beiden Schrauben *s* der wärmeempfindliche Kontaktstreifen *b* aufgeschraubt ist. Mit letzterem steht die Anschlussklemme c_1 in leitender Verbindung. Dem Kontaktstreifen *b* gegenüber, an der Stelle seiner grössten Durchbiegung, befindet sich ein isoliert angebrachter Kontakt, welcher auf Anraten des Herrn Branddirektor Dittmann-Bremen, im Jahre 1890 zu der Kontaktschraube *e* durchgebildet worden ist. Die Gewindebuchse *m*, welche die Kontaktschraube *e* trägt, ist durch den Porzellankörper *i* von dem gusseisernen Fundament *a* und damit auch von dem Kontaktstreifen *b* isoliert und steht durch den Metallstreifen *l* mit der

Anschlussklemme c_2 in leitender Verbindung. Sowohl das gusseiserne Fundament *a* mit der Anschlussklemme c_1 als auch die Anschlussklemme c_2 sind nebeneinander auf einem Porzellanfuss *p* aufgeschraubt, durch welchen beide Klemmen voneinander isoliert werden.

Gegenüber einem feststehenden Kontakt hat die Anordnung der Kontaktschraube *e* wesentliche Vorzüge. Wird die Kontaktschraube *e* rechts herum gedreht, so nähert sie sich dem Kontaktstreifen *b* (Abb. 651); anderseits kann man die Entfernung zwischen beiden vergrössern, wenn man erstere links herum dreht. Auf diese Weise wird je nach der Stellung der Kontaktschraube eine niedere oder höhere Temperatur erforderlich sein, um die Berührung des Kontaktstreifens mit der Kontaktschraube herbeizuführen. Man braucht an der Kontaktschraube *e* nur noch einen Zeiger anzubringen, welcher über einer Temperaturskala spielt, um dadurch einen selbsttätigen Feuermelder zu schaffen, der je nach Einstellung des Zeigers für verschiedene Temperaturen verwendet werden kann.

Die Schutzbleche *d* dienen dazu, den Kontaktstreifen *b* vor zufälligen Zerstörungen zu schützen. Die miteinander in Berührung kommenden Kontaktflächen des Kontaktstreifens *b* und der Kontaktschraube *e* sind zum Schutz gegen Oxydation mit Platin versehen. Ausserdem ist die betreffende Stelle durch den Gummischlauch *g* vor Staub geschützt. Wenn durch diese Vorkehrungen einerseits ein dauerndes, sicheres Funktionieren des Apparates gewährleistet wird, so ist anderseits auch die Konstruktion und Anordnung des Kontaktstreifens eine solche, dass ein Versagen des Apparates vollständig ausgeschlossen ist. Da der Kontaktstreifen *b* an seinen beiden Enden vermittelst der Schrauben *s* fest auf das Fundament *a* aufgeschraubt ist, so entsteht bei einer auftretenden Erwärmung an der Berührungsstelle des Kontaktstreifens mit der Kontaktschraube ein so grosser Druck, dass unter allen Umständen eine eventuell vorhandene Schmutz- oder Oxydationsschicht durch die spitze Kontaktschraube *e* durchgestossen und dadurch ein sicherer Kontakt hergestellt würde.

Die Einschaltung der Melder selbst ist die gleiche wie bei jedem Druckknopf einer elektrischen Klingelanlage. Die beiden Leitungsdrähte werden nach Entfernung der Isolation unter die Klemmenschrauben geklemmt und diese danach fest angezogen.

Der Feuermelder wirkt bei plötzlicher Temperaturerhöhung sehr rasch, und zwar viel schneller als dies ein Quecksilberthermometer zu tun pflegt. Aus diesem Grunde ist der Apparat etwa 30° über die gewöhnliche in einem Raume herrschende Temperatur einzustellen. Wird diese Regel sowohl in Arbeitsräumen als auch in Kesselhäusern, Trockenkammern u. dergl. eingehalten und weiter dafür Sorge getragen, dass die Feuermelder nicht gerade über Gasflammen, Kochapparaten u. s. w. angebracht werden, so können Blindalarme überhaupt nicht vorkommen.

Ueber die Anzahl der anzubringenden Melder lassen sich allgemein gültige Regeln nicht aufstellen. Auf jeden Fall muss mindestens in jedem durch Wände abgetrennten Raume ein Melder installiert werden. Für grössere Räume ist den Verhältnissen entsprechend für je 30—50 qm Bodenfläche ein Apparat vorzusehen.

Die Kosten einer vollständigen Feueralarmeinrichtung richten sich je nach den zu schützenden Baulichkeiten. Für überschlägige Kostenangaben hat die Firma Oscar Schöppe auf Grund der vielen ausgeführten Alarmanlagen ermittelt, dass je nach Grösse der Einrichtung für die fertig montierte Anlage 50—85 ₰/qm für die zu schützende Bodenfläche zu berechnen sind, und zwar

bis	2000	qm	80—85 ₰/qm
„	4000	„	70—75 „
„	8000	„	60—65 „
„	12000	„	und darüber 50—55 ₰/qm.

Nach diesen Angaben lassen sich die Kosten für eine vollständig selbsttätige Feueralarmeinrichtung angenähert leicht berechnen. Der Preis der einzelnen Apparate beträgt 4,50 *M.*

Ohne weiter auf die interessanten Schaltungen einzugehen, sei nur kurz noch bemerkt, dass die Firma Schöppe auf Grund ihrer reichen Erfahrungen auf diesem Spezialgebiet ein Alarmsystem ausgearbeitet hat, das allen eintretenden Komplikationen Rechnung trägt. Mit Hilfe der Schöppeschen Schalteinrichtung können alle Vorkommnisse nach Zeit und Ort in der bequemsten und besten Weise registriert werden, so dass dadurch ein System geschaffen worden ist, das sich allen Anforderungen und Verhältnissen anpassen lässt und als einwandsfrei bezeichnet werden kann. Das Schöppesche Feueralarmsystem unterstützt die Vorschriften der Feuerversicherungsgesellschaften und Wohlfahrtsbehörden in bestmöglicher Weise und ist daher berufen, mehr und mehr ein beachtenswertes Schutzmittel zu werden. Die zahlreichen von dem genannten Hause für die verschiedensten Unternehmungen ausgeführten Anlagen, die sich, wie gesagt, zum Teil seit etwa 30 Jahren im Betriebe befinden und sich vorzüglich bewährten, haben diesen Beweis wiederholt erbracht. — Vgl. a. [16].

Auf die vereinigten Boden- und Silospeicher wird bei letzteren noch zurückzukommen sein.

Literatur: [1] Buhle, Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 15 und 25 (Glasers Annalen 1899, I, S. 17 ff.). — [2] Ders., T. H, II, Berlin 1904, 3. Zahlentafel, S. 198 und 199. — [3] Ohrt, Baukunde des Architekten, Berlin 1897, Bd. 2, 1. Teil, 4. Abschnitt, S. 427 ff. — [4] Hagn, Denkschrift über den Schutz von Eisenkonstruktionen gegen Feuer, Hamburg 1904; vgl. a. Versuche über die Feuersicherheit von Speicherstützen, Hamburg 1894 und 1897. — [5] Berlin und seine Bauten, Berlin 1896, 1. Teil, S. 500. — [6] Baumgartner, Handbuch des Mühlenbaues und der Müllerei, Berlin 1902, Bd. 1, 2. Teil, S. 824 ff. — [7] Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 225 ff.; ferner Luther, G., Die Konstruktion und Einrichtung der Speicher, Braunschweig 1886; Burmester, Die grossen Speicherbauten Hamburgs und Altonas, Hamburg 1891; Hamburg und seine Bauten, Hamburg 1890; Klasen, Grundrissvorbilder, Liefg. 74 und 75, Leipzig 1893; Die Hafen- und Uferbauten zu Worms, Worms 1893; Der neue Rheinhafen zu Düsseldorf, Düsseldorf 1896; Neue Werft- und Hafenanlagen zu Köln, Köln 1898; Die Hafenanlagen zu Breslau, Breslau 1901; Das städtische Tiefbauwesen in Frankfurt a. M., Frankfurt a. M. 1903. — [8] Buhle, T. H., II, S. 129 ff. — [9] Ders., T. H., II, S. 179, und Textblatt 7. — [10] Ders., T. H., II, S. 175 ff. — [11] Ders., T. L., S. 25 (Glasers Annalen 1899, I, S. 103). — [12] Ders., ebend. S. 26 ff. (bezw. I, S. 104). — [13] Ders., Glasers Annalen 1907, II, S. 211. — [14] Ohrt, Deutsche Bauztg. 1894, S. 37. — [15] Uhland 1895, S. 2 ff. (Silo in Corbeil). — [16] Buhle, T. H., II, S. 120 (Selbsttätige Registrier- und Kontrollthermometer von Topf & Söhne in Erfurt).

b) Bei **Silo- oder Zellenspeichern** (Schachtspeichern)[1]) — s. a. Bodenspeicher, Gurtförderer, Hochbehälter, Massentransport, Schnecken, Tiefbehälter und [1] — die in Europa bisher überwiegend (s. unten) als Kornlager (oft vereinigt mit Schüttbodenspeichern[2]) [Zahlentafel 75, S. 314]) gebaut wurden, wird besonders trockenes Getreide unter Luftabschluss in 1,4—8,2 m langen und breiten (bei runden Zellen bis 11,6 m Durchmesser), bis zu 27 m tiefen, vollständig mit Korn füllbaren Schächten (Silos, Caissons, Zellen) mit Rechteck- (Quadrat), Sechseck- oder Kreisquerschnitt aufbewahrt. Die Zellen sind mit untereinander und mit den Umfassungswänden verankerten Stein-, Eisen- oder Holz- (auch Monier-, Rabitz-, Hennebique- u. s. w.) Scheidewänden umgeben und überdeckt, so dass im Dachgeschoss Fördermittel und etwaige Vorreinigungsmaschinen unterzubringen sind. Aus den Verschlüssen[3]) der Behälter A (Abb. 655) gelangt die Frucht auf ein Band B, von diesem in einen Elevator C, der es z. B. beim „Umstechen" (Mischzellen) wieder durch einen Gurt E im Dachboden in eine Zelle A gelangen lässt, oder es wird gewogen (Wagen von Reuther & Reisert in Hennef a. d. Sieg) (s. S. 252) und in Säcke gefasst, u. s. w. —

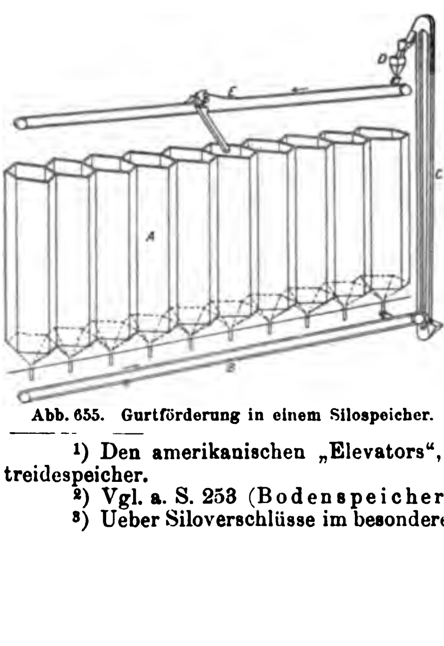


Abb. 655. Gurtförderung in einem Silospeicher.

[1]) Den amerikanischen „Elevators", daher der Name Elevatoren (s. d.) auch für Getreidespeicher.

[2]) Vgl. a. S. 253 (Bodenspeicher).

[3]) Ueber Siloverschlüsse im besonderen vgl. Baumgartner, Kettenbach [1], Luther [7] u. s. w.



Abb. 656. Amerikanische Silowände aus Holzbrettern.

Vorteile: Billige Herstellung und geringer Platzbedarf, weil denkbar vollkommenste Raumausnutzung (Fassungsgewicht für 1 qm Belastungsgrundfläche 5000—10 000 kg; vgl. Zahlentafel 70, S. 252), Einfachheit und Billigkeit des Betriebes, zumal bei grossen Handelsspeichern, grosse Uebersichtlichkeit, leichte und einfache, nur mechanische Beschüttung, Entnahme ohne Menschenkräfte, verbunden mit guter Mischungsmöglichkeit. Bequemes Umstechen zur Reinigung und Erhaltung des Kornes. Nachteile: Getreide muss möglichst trocken sein, Ueberwachung und Ausnutzung vielfach schwierig. — Zur Unterbringung der mechanischen Einrichtung, der Putzerei- und Reinigungsmaschinen sowie von Räumen für besondere Zwecke (Bureaus u. s. w.) werden in der Regel besondere Stockwerksabteilungen vorgesehen; Ventilationsanlagen zur Staubabsaugung und Trocknung für zu feuchtes und krankes Getreide (Krankenzellen). Im allgemeinen gilt: Wo Grunderwerbs- und Baukosten gross sind, werden sich Silos empfehlen, wenn das Korn Zellenlagerung verträgt; sonst ist die Wahl zwischen Silo, Bodenspeicher und vereinigtem System von den jeweilig gegebenen Verkehrs-, Betriebs- und sonstigen besonderen Verhältnissen abhängig.

Arbeitsübertragung und -verteilung meist elektrisch (vorwiegend Drehstrom [Staub]).

Als Baustoff für die Silowände kommen bei Getreideaufbewahrung vornehmlich in Betracht (vgl. [2]):

1. Holz (leicht und billig [Unterbau] und gut für die Erhaltung der Frucht, aber feuergefährlich [s. S. 257 ff.]); Zellenform, meist rechteckig (seltener sechseckig; [meist amerikanische Packwände] Abb. 656; vgl. a. Abb. 723 [Abnahme der Bohlenbreite mit grösserer Höhe]) aus flach aufeinander genagelten[1]) Bohlen; vielfach auch hochkant gestellte Bretter (Abb. 657 und 658) mit nach der Zellensohle zunehmender Dichte und Stärke der Anker[2]) [Zahlentafel 73] und rund (hochkantige, gebogene Bretter); vgl. Abb. 727 und 728.

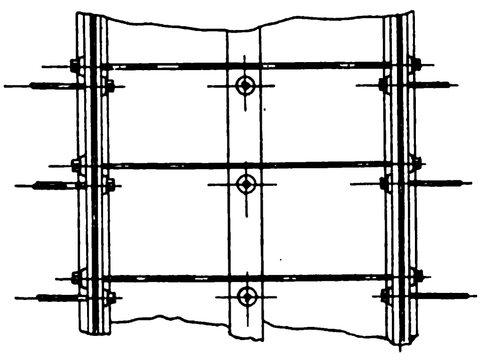


Abb. 657 u. 658. Verankerung von hölzernen Silowänden.

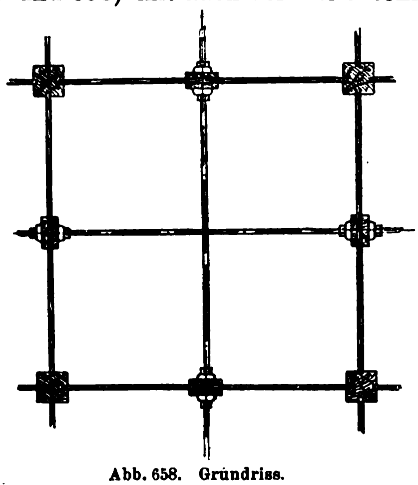


Abb. 658. Grundriss.

Aus den Versuchen von Janssen (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1895, S. 1045 ff.) berechnet sich der Druck des Getreides (Weizen) nach der Formel:

[1]) Ueber die Art und Ausführung der Nagelung vgl. [3]; Bretter 30—40 mm dick und 50—150 mm breit; Silos bei 2—2,5 m Weite oft ohne Verankerung.

[2]) Bretter meist 30 mm stark, an den Ecken in besondere Säulen eingeschoben. An den Ankerstellen durchgehende Verstärkungen. Anker (30 mm Φ) oben 1,75 m auseinander, dann 1,5 m, 1,25 m u. s. w. Ecksäulen meist 160—180 mm (quadratisch), senkrechte Verstärkungen = 50 × 160 mm. Wenn Schachtseiten von grösserer Breite als 3 m, so wohl 2 Anker in gleicher Höhe üblich.

$$p = s \cdot \left(1 - e^{-0{,}8 \frac{x}{s}}\right),$$ worin bedeutet:

p den Druck auf 1 qm des Silobodens in t,
s die Seitenlänge eines quadratischen Schachtes in m,
$e = 2{,}71828$ (Basis des natürlichen Logarithmensystems),
x die Schütthöhe des Getreides in m.

Daraus berechnet Baumgartner die folgende

Zahlentafel 73. Bodendrücke p in kg/qcm für Weizen.

x = Schütthöhe m	$s = 1{,}5$ m	$s = 2$ m	$s = 3$ m	$s = 4$ m
4	1,320	1,60	1,95	2,20
5	1,395	1,72	2,22	2,52
6	1,437	1,82	2,38	2,80
7	1,462	1,88	2,55	3,04
8	1,477	1,91	2,62	3,20
9	1,488	1,94	2,72	3,34
10	1,492	1,96	2,77	3,44
12	1,497	1,98	2,78	3,64
14	1,498	1,99	2,79	3,76
16	1,500	2,00	2,80	3,84

Der Seitendruck des Getreides beträgt 0,75 der angegebenen Drücke. Der Druck für Roggen ist 0,9 mal so gross, da die Reibung etwas grösser, das Einheitsgewicht aber geringer ist. Für Mais (sehr glatt) ist der Druck 1,2 m also gross.

Vgl. auch Prante (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1896, S. 1122), Koenen (Zentralbl. d. Bauverw. 1896, S. 446) sowie Engineering News 1898, I, S. 232, 1904, II, S. 236 u. 403, II, S. 32, 62 u. 531, Engineering 1905, S. 1; ferner Pleissner, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 976 ff., sowie Engineering Record 1905, S. 401, Mörsch, Eisenbetonbau, Stuttgart 1908, S. 326 ff., und Le génie civil, Bd. 46, S. 177.

Nach Baumgartner lässt sich die Wandstärke bestimmen nach der Formel:

$$h = 0{,}1061 \sqrt{\frac{Pl}{b}},$$ worin bedeutet:

P den Druck auf ein Brett in kg, b die Stärke des Brettes in cm,
l die lichte Weite des Siloschachtes in cm, h die Breite „ „ „ „

2. Eisen: Nur für sehr trockenes Getreide möglich. Querschnitt des Schachtes rechteckig (Abb. 659, Budapest [s. unten; Abb. 690]) und rund (Abb. 660 [Amerika]), Blechstärken 2—13 mm; vgl. a. Abb. 616.



Abb. 659. Rechteckiger Siloschacht (Eisen).

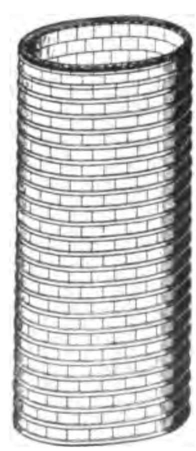


Abb. 660. Runde Silozelle aus Eisenbeton (Mauerwerk).

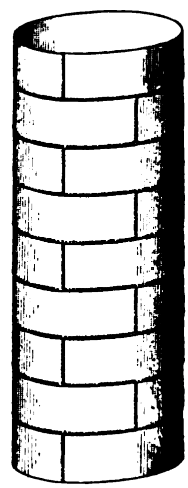


Abb. 661. Runde eiserne Silozelle.

3. Mauerwerk:
4. Eisenbeton: } Querschnitt rechteckig, sechseckig (Abb. 655) und rund (Abb. 661); neuerdings sehr beliebt [4], vgl. insbesondere auch S. 323 ff.

Ueber Silospeicher für Mehl, Zement u. s. w., Müll, Kohlen, Koks u. dergl. s. unten; über schwimmende Speicher s. Schiffsbekohlung und [5].

Vorher seien an dieser Stelle die Getreidelager in Aus- und Einfuhrhäfen sowie die landwirtschaftlichen Kornhäuser und Mühlenspeicher in ihrer Beziehung zum **Weltgetreideverkehr** mit besonderer Berücksichtigung der bedeutendsten aus- und inländischen Siloanlagen (unter Hinweis auf [6]) kurz behandelt; dabei wird sich Gelegenheit bieten, auf wirtschaftlich und geschichtlich bemerkenswerte Fragen dieses vielleicht wichtigsten Abschnittes von dem hier behandelten Gebiete einzugehen.

Geschichtliches.

Die in den ältesten Zeiten namentlich im Orient zur Aufbewahrung des Getreides verwendeten Fruchtgruben wurden auf hochgelegenen, meist sandiglehmigen, jedenfalls möglichst trockenen Hügeln angelegt, auch wurden dazu wohl Felsenhöhlen, Burgverliese und alte Türme verwendet. Die Gruben hatten etwa 4—4$^1/_2$ m Tiefe und besassen gewöhnlich die in Abb. 662—664 dargestellte Form einer Flasche mit etwa 1—2 m langem Hals von 0,4—1 m Durchmesser und einem Körper von 2,5—4 m Durchmesser und Höhe. Die Flaschenform ergab sich (ähnlich wie bei den Verschlüssen der Flüssigkeitsbehälter) aus dem Bestreben, eine verhältnismässig dicke und doch nicht zu inhaltreiche Erdschicht über das Korn zu lagern, damit die Zufüllung oder Eindämmung des Vorrates leicht bewerkstelligt werden konnte. Das Herausschaffen erfolgte in Kübeln. Wenige Tage vor der Einschüttung der Frucht wurde in der oft vorher mit Steinen ausgekleideten oder mit Lehm ausgestampften Grube Stroh verbrannt zur letzten Austrocknung, und danach wurde sie mit Schichten von gutem Stroh ausgefüttert. Nach der Füllung ward der Hals fest mit Stroh oder Erde verstopft und darauf das Ganze entweder mit einem rund 1 m hohen Hügel und mit Rasen bedeckt, oder man baute ein kleines Dach nach Abb. 662 darüber. In älteren Büchern ist die Vermutung zu finden, dass die Grube, in welche Joseph von seinen Brüdern geworfen wurde, eine kornleere Getreidegrube gewesen sei, und es ist erwiesen, dass unter den Trümmern von Herkulanum, welches zu Titus' Zeiten (79 n. Chr.) verschüttet wurde, im Jahre 1738 (also nach 1659 Jahren!) Getreide-

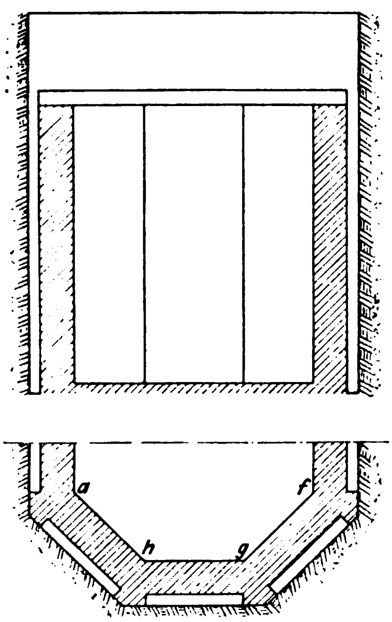


Abb. 665 u. 666. Getreidegrube.

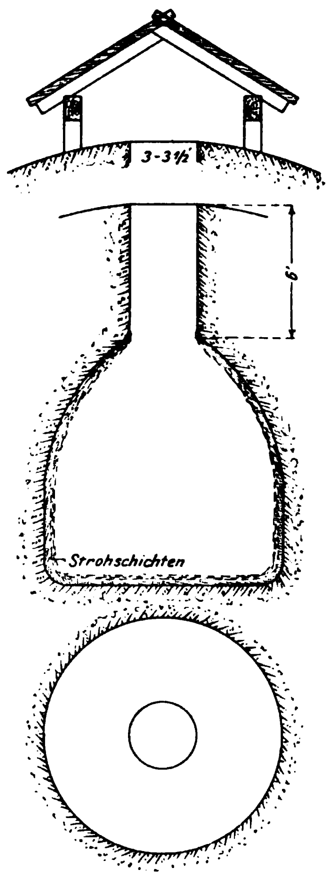


Abb. 662—664. Erdflasche zur Aufbewahrung von Getreide.

vorräte gefunden wurden, die sich so gut erhalten hatten, dass noch Brote davon gebacken werden konnten.

In späteren Zeiten nahmen die „en Pisé gebauten“ Gruben vielfach die in Abb. 665 und 666 dargestellte achtkantig-prismatische Form an. Der Boden der Grube wurde gestampft, und dann wurden die $1^1/_2$—2′ dicken Mauern *a ... h* so angelegt, dass 6″ Zwischenraum bis zur Grubenwand verblieben. Jede Ecke ward als eine Art Pfeiler ausgebildet. Der Durchmesser des Achtecks betrug bis zu 17′. Oft wurden mehrere solcher Gruben dicht beieinander ausgehoben und zum Schutz gegen die Einflüsse der Witterung durch ein gemeinsames magazinartiges Gebäude überdacht. Nach G. Luther, Braunschweig [7], hat man auch in den erwähnten Gruben einen vollkommenen Luftabschluss dadurch herbeigeführt, dass man, ähnlich wie man Eisen vor Verwitterung schützt, indem man es mit einem künstlichen Rostüberzug versieht, die oberste Getreideschicht



Abb. 667. Magazinräume des Minospalastes in Knossos: Blick auf eine Reihe von Pithoi (Tonfässer mit Kornfrüchten).

verderben liess oder sie sogar durch aufgestreuten Kalk und die dadurch hervorgerufene Erwärmung zum Keimen brachte. Es bildete sich so eine zähe, zusammenhängende Masse, die jeden Luftzutritt abschnitt und das darunter liegende Getreide vor dem Verderben schützte. Hier und da, wo man in neueren Silospeichern auf andre Erhaltungsweisen verzichtet, wählt man noch heute dieses Mittel, wie denn überhaupt in einigen Gegenden Spaniens, Ungarns und Russlands die primitiven Einrichtungen, deren sich das Altertum (neuere Funde auf Kreta haben die in Abb. 667 [8] veranschaulichten Magazinräume zutage gefördert) bediente, in ihrer ganzen Ursprünglichkeit bis zur Gegenwart zu finden sind.

Bei den Mauren hiessen die unterirdischen Behälter „Sylos“, was zunächst ein bestimmtes Mass und in erweiterter Bedeutung eine Getreidegrube bezeichnet. Der Name ist nach andern Autoren nicht biscayschen Ursprungs, sondern weit älter. Er lebt in den heutigen oberirdischen Zellenspeichern fort und wird jetzt noch als „pars pro toto“ gebraucht, d. h. „Silo“ bezeichnet die einzelne Zelle sowohl wie das ganze Gebäude.

Die Verlegung der „Getreideflaschen“ über die Erdoberfläche fand schon frühzeitig Verwendung bei den serbischen und walachischen Bauern, in deren

feuchtem, lockerem und quelligem Boden mit niederem Wasserstand sich Erdgruben nicht zur Aufbewahrung der Kornvorräte eigneten. Häufig sind auch alte Backöfen als Aufbewahrungsort benutzt.

Spätere Formen zeigen die Abb. 668—671, aus denen schon deutlich der Uebergang zu den heute gebräuchlichen Bauarten erkennbar ist, namentlich auch mit Bezug auf die bequeme Art, das Getreide aus den Behältern herauszulassen

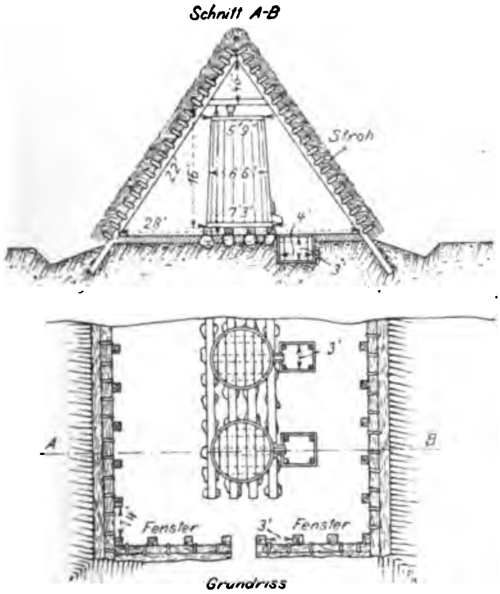


Abb. 668 u. 669. Ursprüngliche Form von hochliegenden Silos.

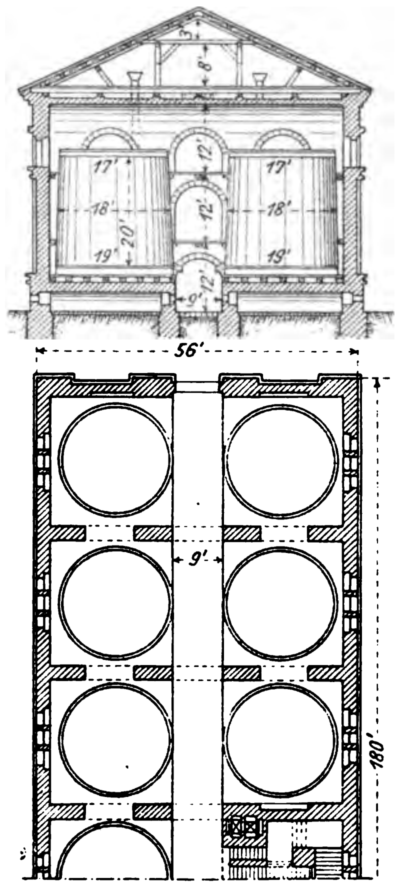


Abb. 670 u. 671. Oberirdische Getreidebehälter.

und dann zu befördern. Das Herausschaffen der Frucht aus den unterirdischen Behältern war keineswegs einfach, zumal da die Entleerung möglichst schnell vor sich gehen musste, weil sonst ein Verderben bald eintrat. Das wird auch wohl der Anlass gewesen sein, weshalb man in Amerika nach Anregung Ungarns nicht wie zum grossen Teil in der Alten Welt das viel Arbeit verursachende Aufbewahrungssystem der Getreidelagerung in sogenannten Schüttböden, d. h. gewöhnlichen Warenspeichern, behielt, in denen das in 1—2 m hohen Schichten lagernde Getreide zur Erhaltung häufig umgeschaufelt werden musste, damit das gegenteilige Mittel der steten Luftberührung wirksam wurde; vgl. Bodenspeicher. Das dem Umstechprozess im Silo verwandte Rieselsystem (s. S. 219), bei welchem das Korn regengleich von einem Boden zum andern fällt, ist erst eine Erfindung der neuesten Zeit, und darum ist es naturgemäss und nicht zu verwundern, dass der gern Zeit und Arbeit sparende Amerikaner schon früh (Mitte des 19. Jahrhunderts) die Vorteile der obenbezeichneten Uebergangsformen zu verwenden trachtete, dieselben nach Massgabe der wirtschaftlichen Verhältnisse mehr und mehr vervollkommnete und in grossartigstem Massstabe ausgestaltete. Und das war nötig; denn während die Getreideerzeugung in Russland sich auf 40 kg für den Kopf und diejenige Indiens auf etwa 26,5 kg für den Einwohner beläuft, beträgt sie in Amerika etwa 265 kg, d. h. das Zehnfache.

Unter den in Europa an der Vervollkommnung der Getreideförderungs- und -aufbewahrungsanlagen arbeitenden Männern sind in hervorragendem Grade Girard, Salaville, Evans, Pavy, Sinclair[9], Devaux, Doyère, Opitz[10], Huart [10], Ulrich, O. Oexle [11], G. Luther [7], Duckham (s. Druck-



Abb. 672. Getreidesilo bei Minneapolis.

und Saugluftförderer), Unruh & Liebig, Amme, Giesecke und Konegen [1] u. a. beteiligt gewesen; grundsätzlich ist an dem in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts zuerst aufgekommenen Silosystem des Müllers Huart in Cambray noch fast nichts geändert.

Wirtschaftliches (s. a. Massentransport, S. 2 ff.).

In bezug auf die Vollkommenheit der Ueberführungseinrichtungen zu Lande und zu Wasser äusserte sich einer der bedeutendsten amerikanischen Volkswirte, D. A. Wells, 1891 in New York, indem er nachwies, dass im Jahre 1885 amerikanischer Weizen in den Haupthafenplätzen der Vereinigten Staaten um 89 ℳ/t billiger war als im Jahre 1874, um 51 ℳ/t billiger als 1882 und um 31,7 ℳ/t billiger als 1884 verkauft wurde. Die Weizenfracht von New York nach Liverpool ist von 26,4 ℳ/t im Jahre 1880 bis auf 3,2 ℳ/t im Jahre 1886 gesunken. Wells führt als den vornehmsten Punkt in einer Zusammenstellung mehrerer für den Wandel europäischer Kulturverhältnisse bedeutsamen Gründe „the extension of the system of transportation", den Umfang der Verkehrsmittel, auf. Es ist darunter aber keineswegs allein die Ausdehnung des Eisenbahnnetzes oder die Herabsetzung der Tarife zu verstehen, sondern jenes bewunderungswürdige System, welches die Beförderung des Kornes mit der Arbeit seiner Verladung, Behandlung und Veredlung zu vereinen verstanden hat und gleichzeitig neben den Fortschritten der industriellen Technik die Vorteile moderner Handelseinrichtungen, d. h. den Lombard- und Warrantverkehr, für die Ueberführung des Kornes in Dienst genommen hat [12].

Die Mittel zur Beförderung des Getreides sind Eisenbahnwaggons und Landfuhrwerk, Ozeanschiffe und See-, Fluss- oder Kanalboote (nach Dinglers Polytechnischem Journal 1907, S. 786, in Grössen bis zu 12000 t). Die Wasserstrassen der Vereinigten Staaten von Nordamerika besitzen eine beträchtliche Länge und bilden durch die Verbindung der Seen durch Kanäle und Flüsse ein unschätzbares Bindeglied zwischen den westlichen Staaten und dem Atlantischen Ozean. Das meiste Getreide geht nach Duluth, Minneapolis und Chicago. Von jedem dieser Punkte wird es über die Seen nach Buffalo befördert und dann zu Wasser über Montreal oder den Eriekanal oder mit der Eisenbahn nach New York oder nach einem der andern östlichen Häfen. Die Hauptelevatorstationen sind Duluth, Minneapolis, West-Superior, Milwaukee, Chicago, St. Louis, Buffalo und New York.

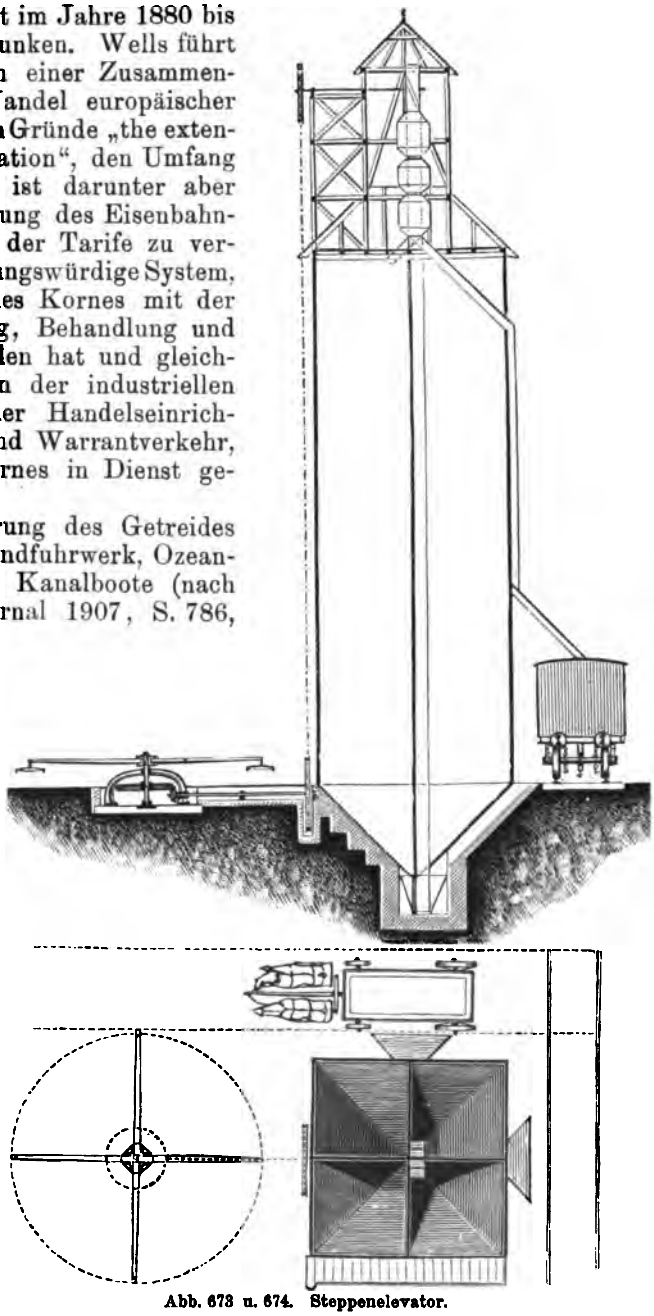


Abb. 673 u. 674. Steppenelevator.

Amerika.

Die grösste Bedeutung im nordamerikanischen Getreideverkehr besitzt zweifellos Chicago durch die zentrale Lage zwischen den Seehäfen und den östlichen und südlichen Kornausfuhrplätzen. Die Stadt Detroit hat eine ähnlich hohe Stellung inne, doch ist ihre Lagerungsfähigkeit klein, hingegen der Transitverkehr hochentwickelt. Galveston und New Orleans befinden sich bis jetzt noch auf einer ziemlich niedrigen Entwicklungsstufe, während New York den grossen Auslass für die atlantische Verschiffung bietet. Alle diese Häfen sind gut ausgerüstet mit mechanischen Einrichtungen zur schnellen Bewältigung des Getreides.

Die für den amerikanischen Kornhandel typisch gewordenen Elevatoren (Abb. 672) sind in der Hauptsache eine Folge des bereits erwähnten Sammel- oder Warrantsystems, welches von den Handelskammern und von den grossen Mühlen mit ausserordentlichem Erfolg ins Leben gerufen ist.

Die im Jahre 1893 in Chicago von den „Regular elevators“ — d. h. den von der Board of Trade verzeichneten Elevatoren — bewältigte Kornmenge betrug 2915000 t, von welchen die Speicher der Armour Co. allein etwa 901000 t aufnahmen. Ausserdem waren 3180000 t in Reinigungs- und Mühlenelevatoren zur Ausfuhr oder zum örtlichen Verbrauch aufgenommen.

Es sind in den Vereinigten Staaten von Nordamerika etwa 600 grosse Kornspeicher vorhanden, deren jeder über 10000 t fasst, nebst einer Unzahl kleiner und kleinster Anlagen für die Lagerung und Unterhaltung des Getreides.

Der in den drei oder vier dem Herbst folgenden Monaten auf den Markt gebrachte Erntewert beträgt etwa 7 Milliarden Mark.

Abb. 673 und 674 veranschaulichen einen solchen kleinen, oft nur

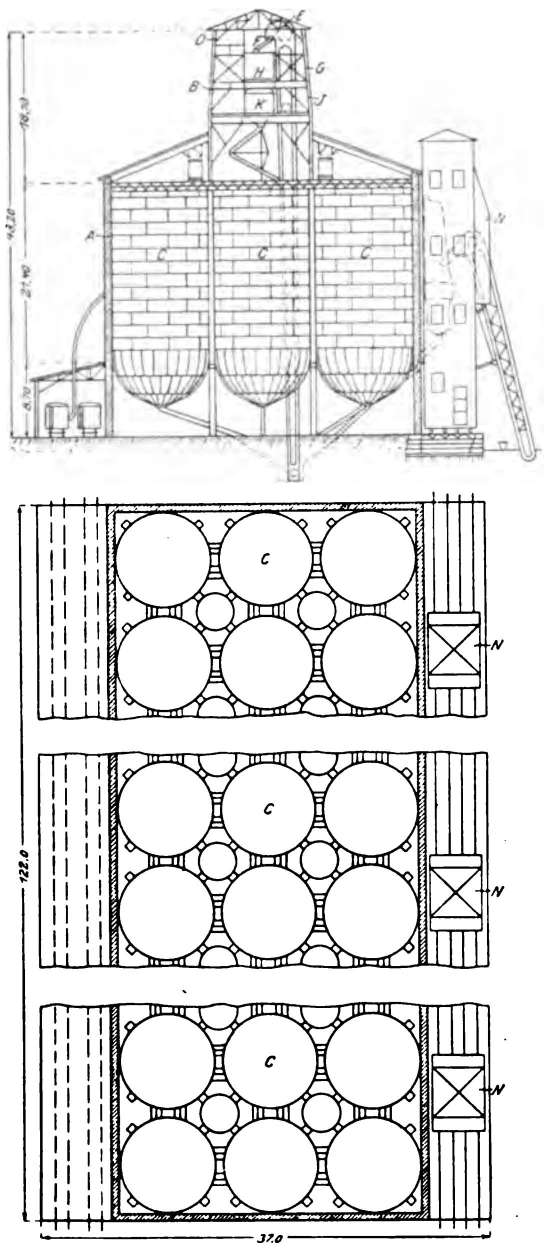


Abb. 676 u. 677. Great Northern-Elevator in Buffalo.



Abb. 675. Staubleitungen nach dem Kesselhaus.

mit Göpelbetrieb ausgerüsteten Elevator, wie man sie insbesondere in der Nähe von Minneapolis zu Tausenden antrifft. In diese Steppenelevatoren („Country-Elevators") wird das Getreide durch Landfuhrwerk angefahren und nach einer ziemlich groben Vorreinigung in die Zellen geschüttet. Aus diesen kleinsten Sammelstellen gelangt das Getreide dann mit der Bahn zu den an den Haupteisenbahnlinien gelegenen grösseren („Transfer-") Elevatoren und endlich zu den sogenannten „Terminals" an den Fluss-, See- und Ozeanhäfen.

Manche dieser Speicher mit ihren plumpen, hoch zum Himmel ragenden Massen (vgl. Abb. 679) bieten ein hervorragendes Interesse durch ihre überaus einfache Arbeitsweise.

So wird z. B. in vielen der Great Northern-Eisenbahn gehörenden Speichern die Betriebskraft gewonnen durch das Verbrennen des Staubes, welcher durch die Reinigungsmaschine aus dem Getreide entfernt wird. Kräftige Ventilatoren saugen den Staub ab und blasen ihn in eine Feuerung, welche gleichsam zu betrachten ist als der Herd von einander ununterbrochen folgenden kleinen Staubexplosionen, die indessen ihre schädliche Wirkung verlieren durch genügende Zuführung von Verbrennungsluft (Abb. 675).

Als Beispiel eines grossen nordamerikanischen Silospeichers sei der Great Northern-Elevator in Buffalo [13] beschrieben, der in schematischem Querschnitt und Grundriss in Abb. 676 und 677 wiedergegeben ist (vgl. auch Abb. 679). Der fensterlose Hauptteil des Gebäudes *A* wird fast ganz von den Vorratbehältern *C* eingenommen; der obere Teil *B*, die „Cupola", hat viele Fenster. Das oberste seiner drei Stockwerke *D* enthält die Antriebmaschinen (Elektromotoren) der Becherhebewerke *E* und die Drehrohre *F*, das mittlere Stockwerk *G* die zu den Wagen gehörigen Behälter *H* und das untere *J* die Wagen *K* selbst und die Reinigungsmaschinen.

Bemerkenswert und von den hierzulande üblichen Einrichtungen verschieden sind zunächst diese Drehrohre (Abb. 617, S. 239). Oben sind sie an einem Ring auf Rollen beweglich aufgehängt, so dass sie von Hand verschoben werden können; unten endigen sie in einen kleinen Wagen (Abb. 618, S. 239), mit dessen Hilfe die Ausflussöffnung leicht über einen beliebigen Siloeinlauf gestellt werden kann.

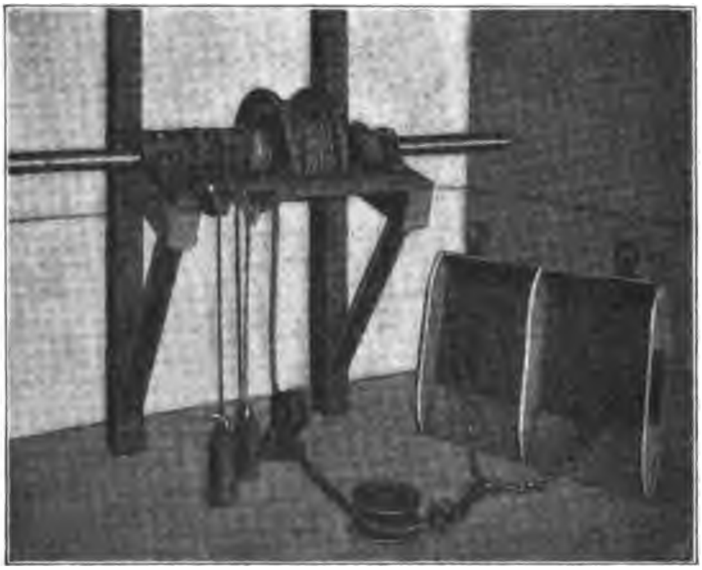


Abb. 678. Mechanische Getreideschaufel.

Recht häufig findet man auch die in Europa meines Wissens nur sehr vereinzelt vorkommenden mechanisch bewegten Schaufeln (Abb. 678), die das Getreide dem Schiffselevator zubringen.[1]) Transmissionswinden mit leicht ein- und ausschaltbaren Kupplungen befinden sich in den Schiffselevatoren *N* (Abb. 676 und 677) an einem Platze, von dem aus die Arbeiten am Fusse des Becherwerkes gut verfolgt werden können. Die grossen Schaufeln werden von zwei Leuten leer zurück- und dann mit Hilfe der Winde voll nach dem im Schiff befindlichen

1) Vgl. hierzu Schnecken (Zubringer) von Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig.

Elevatorfuss gezogen. Gewaltige Mengen werden auf diese Weise dem schnell schöpfenden Elevator zugeführt. Es dürfte sich nach meiner Meinung wohl verlohnen, diese Einrichtung bei uns in ausgedehntem Masse einzuführen.

Die grossen Zellen von 16 m Höhe und 3 m Durchmesser fassen je 1860 t, die kleinen, in den Zwickeln zwischen den grossen Behältern befindlichen Silos je etwa 300 t.

Mit dem Bau des 64000 t Getreide fassenden Speichers wurde im Februar 1897 begonnen, und nach sechs Monaten war er vollendet. Nicht weniger als 6000 t Eisen sind darin enthalten.

Abb. 679 gibt den nahezu fertigen Speicher mit seinen drei Schiffselevatoren wieder. Ein Kraftwerk ist bei der Anlage nicht vorhanden, weil der Bedarf von 1300 PS dem etwa 35 km entfernten Niagarakraftwerk entnommen werden kann.

Ebenfalls von der Great Northern-Eisenbahngesellschaft ist ein sehr grosser Getreidespeicher in West-Superior, Wisconsin, erbaut [14]. Der Speicher, welcher Anfang 1901 in Betrieb genommen ist, empfängt das Getreide von der Bahn und liefert es an die Schiffe ab. Er berührt daher mit einer Langseite den Bahnhof, mit der andern den Hafen. Sein Grundriss ist ein Rechteck von 111 m Länge und 38 m Breite, während die zur Aufnahme der Hebewerke dienenden Türme 75 m hoch sind. Der eigentliche Lagerraum besteht aus 505 Zellen von 25,9 m Höhe und rechteckiger bezw. quadratischer Grundfläche verschiedener Grösse zwischen 4,11 · 8,23 und 2,06 · 1,37 qm. Der Gesamtinhalt der Zellen, also die Fassungskraft des Speichers an Getreide, beträgt 112685 cbm (85000 t). Der Speicher entlädt in 24 st 550 – 600 Eisenbahnwagen und liefert in derselben Zeit 10900 cbm in die Schiffe. In 1 st können rund 440 cbm Getreide gereinigt werden.

Die auf einem Pfahlrost ruhenden Grundmauern des Speichers bestehen aus Beton. Im Sockelgeschoss befinden sich neun Gruben, die das Getreide der in das Erdgeschoss einfahrenden Eisenbahnwagen aufnehmen; aus ihnen

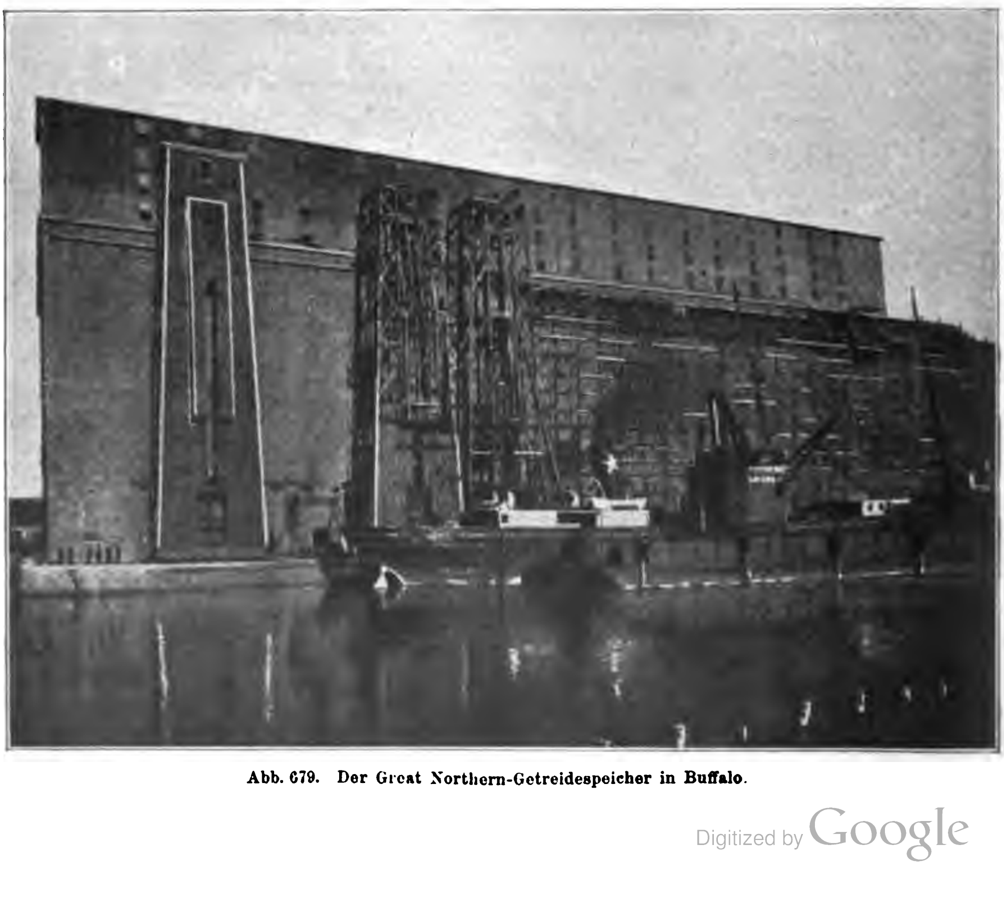


Abb. 679. Der Great Northern-Getreidespeicher in Buffalo.

wird es durch neun Hebewerke bis zu den höchsten Punkten des Gebäudes gehoben und von da weiter verteilt.

Das Erdgeschoss hat Umfassungswände von Ziegelmauerwerk. In ihm stehen die 12,8 m hohen genieteten eisernen Säulen, welche die Zellen und den darüber befindlichen Dachaufbau tragen. Im weiteren Aufbau bestehen die Umfassungswände aus gewelltem Blech. Die gesamte Maschinenanlage wird mit Dreiphasenstrom von 440 Volt Spannung betrieben.

Ein andres Beispiel moderner und verhältnismässig sorgfältiger Silokonstruktion ist der neue Speicher der Concret Elevator Co. in Minneapolis, Minn. (Abb. 680). Die Zellen sind hier aus Beton mit eingelegten Eisenringen (Concret) hergestellt. Oben und unten liegen die Transportbändertunnel, zwischen je zwei Zellenreihen läuft ein Band, das nach links und rechts das Getreide an der gewünschten Stelle abwirft und so die Zellen füllt. Das Maschinenhaus liegt an der andern Seite der Siloreihen. Der Speicher gehört nicht zu den grössten, ist aber ein gutes Beispiel für die neue Bauart. Sein Fassungsraum beträgt etwa 200 000 Bushel.



Abb. 680. Speicher aus Eisenbeton (Concret), Minneapolis, Minn.

Als eine Vereinigung der älteren Normalform und der neueren mit getrennt aufgestellten Zellen ist das sogenannte Annexsystem zu erwähnen. An den normalen Hauptspeicher mit Kuppel und Silozellen im unteren Teil werden mit Hilfe von Bandtransporteuren weitere Gebäude angeschlossen, Annexbauten, die nur aus Lagerräumen bestehen und keine eignen Arbeitsräume haben. Die Verteilung und Entnahme bei diesen Zellen wird lediglich durch die vom Hauptspeicher betriebenen Bänder besorgt. Abb. 681 zeigt eine derartige Verbindung von drei Gebäuden, der Peavey Co. in Duluth und West-Superior gehörig, von einer Leistungsfähigkeit von zusammen 4500000 Bushel (160 000 cbm, 120 000 t Getreide). Das mittlere Gebäude ist ein reiner Annex,



Abb. 681. Speicher mit zwei Annexbauten, Globe-Elevatorsystem, West-Superior, Wisc.

das letzte besitzt jedoch noch am äusseren Ende zwei Empfangselevatoren, da augenscheinlich die Entfernung bei drei so langen Gebäuden doch zu gross wird und die Bandtransporte zur Bewältigung der gleichzeitig eintreffenden Getreidemengen nicht ausreichen.

Die Zahl der überhaupt in Nordamerika aufgestellten grösseren Speicher, ohne die kleinen Bahnelevatoren, dürfte jetzt 1000 überschreiten. Von den Bahnelevatoren werden gegenwärtig jährlich etwa 1000 gebaut, teils neue, meist



Abb. 682. Speichergruppe der Consolidated Elevator Co. in Duluth.

aber als Ersatz der niedergebrannten. Der Feuerschaden an diesen nur aus Holz gebauten und stets sehr leichtsinnig bedienten und bewachten Bauten ist ganz ausserordentlich gross.

Die Aufnahmefähigkeit aller Speicher in Minneapolis beträgt gegenwärtig 34000000 Bushel (1200000 cbm oder 900000 t Getreide); Duluth und Superior

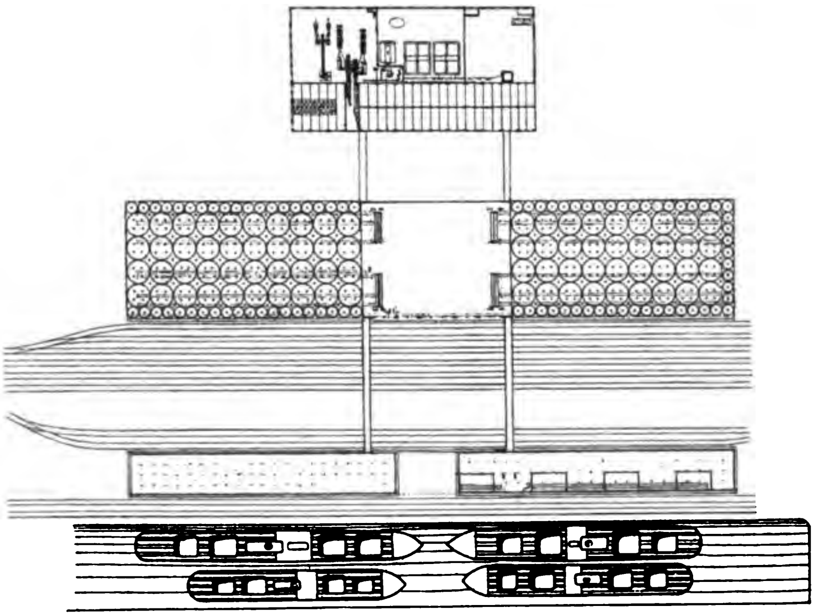


Abb. 683. Grundriss.

Abb. 683—685. Getreidespeicher in Buenos Aires, gebaut von Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig.

haben ungefähr je ebensoviel, Chicago wies diese Zahl bereits im Jahre 1897 auf. Ausser den Neuanlagen sind natürlich auch allenthalben Erweiterungen vorgenommen worden, meist dann in der Form der erwähnten Annexelevatoren; ebenso ist natürlich auch die Trustbildung zu beobachten. Namentlich am

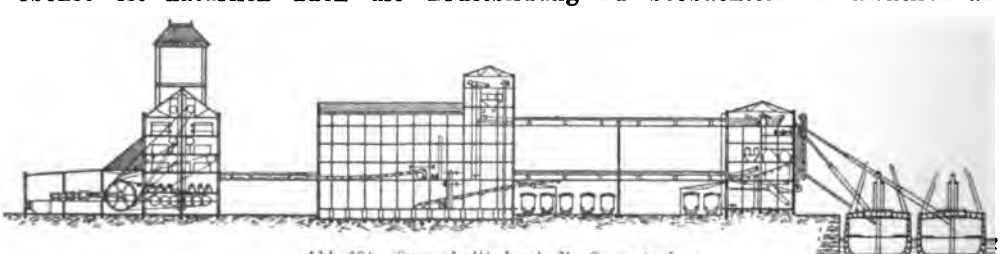


Abb. 684. Querschnitt durch die Gesamtanlage.

Oberen See haben sich aus den zahlreichen Einzelbesitzern grosse Gesellschaften gebildet, die über erstaunliche Lagerräume verfügen. Ausser der erwähnten Peavey Co. sei nur noch genannt die Consolidated Elevator Co. in Duluth, die alle in Abb. 682 abgebildeten Speicher in ihrem Besitz hat. Der Lagerraum dieser Speicher beträgt insgesamt 11250000 Bushel oder 400000 cbm (300000 t Getreide).

Der Fassungsraum der nordamerikanischen Speicheranlagen ist gegenwärtig bereits so gross, dass eine gleichzeitige Füllung aller überhaupt nicht mehr möglich ist. Insbesondere ist die Besetzung der nicht an den Seen gelegenen Speicher in der letzten Zeit recht mangelhaft geworden, und durch das erwähnte Bestreben der Bahnen, den ganzen Getreidetransport in eigne Hand zu bekommen, dürfte dieser Zustand noch mehr verschlimmert werden.

Ueber Silos der Firma Geo M. Moulton & Co. in Chicago (Abb. 656 und 659—661) vgl. [15].

Wie bereits durch die Abb. 4, S. 4, hervorgehoben wurde, entwickelt sich Südamerika in letzter Zeit ganz ausserordentlich, namentlich hinsichtlich der Getreideausfuhr, und Deutschland ist bei den hierfür notwendig gewordenen



Abb. 685. Gesamtansicht des Getreidespeichers in Buenos Aires.

Bauten hervorragend beteiligt. Der an sich grösste Getreidespeicher, der bisher von Deutschland aus gebaut wurde, ist 1902/03 von Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig für die „Sociedad Anonima de Molinos Harineros y Elevadores de Granos“ in Buenos Aires errichtet. Eine Vorstellung von der Gesamtanlage geben die Abb. 683—685. Das etwa 100 m vom Kai entfernt liegende Hauptgebäude ist mit den Verladespeichern am Ufer durch zwei eiserne Brücken, in denen Transportbänder laufen, verbunden. Hinter dem im mittleren Teil als Bodenspeicher, in den Flügeln als Silo ausgeführten, 40000 bezw. 60000 t Schwerfrucht fassenden Hauptgebäude sind das Kraftwerk sowie eine Mühle (tägliche Vermahlung 420 t Weizen) angeordnet.

Sämtliche Gebäude sind aus Eisenbeton erbaut, und zwar die Bodenspeicherbauten in Eisenfachwerk mit ausgestampftem Beton und Decken in mit Rundeisen armiertem Stampfbeton, während die eigentlichen Silozellen aus Betonsteinen mit Eiseneinlagen bestehen. Der Durchmesser der Zellen beträgt von M. z. M. 7684 mm für die grossen und 3842 mm für die kleinen Caissons; die Schütthöhe beträgt 16,6 m.

Die im November 1902 begonnene Gründung aller Gebäude erfolgte in der Weise, dass auf dem überaus schlechten Baugrunde eine nur 30 cm starke eisenarmierte Betonplatte verlegt wurde, die verstärkt wurde durch gleichfalls

eisenarmierte Betonrippen von etwa 50×50 cm. Diese Rippen laufen längs und quer in Abständen von 3 m.

Abb. 685 zeigt die fertige Speicheranlage. Insgesamt beträgt die stündliche Einlagerungsfähigkeit 400 t Schwerfrucht, die der Verladung je 300 t loser und gesackter Frucht, d. h. also eine Umlademöglichkeit von 1000 t/st. Die Ankunft des Getreides erfolgt vorzugsweise mit der Bahn. Für das mit den La Plata-Schiffen ankommende Korn ist ein Schiffselevator von 100 t/st aufgestellt. Das Verladen erfolgt ausschliesslich auf Dampfer, und zwar sowohl lose als auch in Säcken. Um eine rasche Abfertigung zu ermöglichen, kann man gleichzeitig in die dem Kai zunächst oder in zweiter Linie liegenden Dampfer verladen.

Die Getreideausfuhr Rosarios hat sich im Laufe der letzten Jahrzehnte dermassen entwickelt, dass sie in günstigen Jahren die Höhe von 1 200 000—1 500 000 t erreichte. Der Export wickelte sich wegen der eigenartigen Uferverhältnisse des Paranaflusses, an welchem Rosario liegt, und mangels geeigneter Einrichtungen in der Weise ab, dass aus den zur vorübergehenden Lagerung dienenden hochgelegenen Uferschuppen die mit der Eisenbahn herangefahrenen Säcke bei Ankunft der Dampfer durch Rutschen (Canaletas) verschifft wurden. Bis zu 300 t sind stündlich so verladen.

Der immer wachsende Verkehr Rosarios hat nun die argentinische Regierung veranlasst, grosse neue Hafenanlagen in Rosario bauen zu lassen. An diesem zurzeit im Bau begriffenen Hafen werden ausser 37 elektrischen Kranen von 10—30 t Tragfähigkeit 25 Stückgutlagerhäuser und ein Getreideausfuhrsilo von 24 000 t Fassung errichtet (Abb. 686) [16].

Das Korn kommt vom Landinnern fast ausschliesslich in Eisenbahnwagen an, nur zum kleinen Teil in Flussfahrzeugen, und zwar nur in Säcken. Zur Erzielung einer grossen Leistung sind in der ganzen Länge des Silogebäudes unter den Gleisen in Tunnels laufende Empfangsbänder angeordnet zur gleichzeitigen Entladung einer grossen Reihe von Wagen. Die Gurtförderer führen das Getreide zu den im Maschinenraum des Gebäudes befindlichen Empfangselevatoren, die es nach erfolgter Wiegung und etwaiger Vorreinigung in die Silozellen bringen.

Zur selben Zeit kann mit besonderen Verschiffungselevatoren Korn aus den Schächten entnommen und mittels zweier ansteigender Bänder über das Kaigelände zum Ufer gebracht werden, wo es in dem Mittelgebäude am Ufer



Abb. 686. 24 000 t-Silo in Rosario (Argentinien), gebaut von Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig.

automatisch gewogen und sodann durch die an beiden Seiten laufenden Transportbänder an beliebiger Stelle in die Dampfer geworfen werden kann. Die Länge dieser Kaibänder beträgt etwa 280 m, so dass gleichzeitig zwei der grössten Dampfer beladen und noch ein kleines Fahrzeug entladen werden kann.

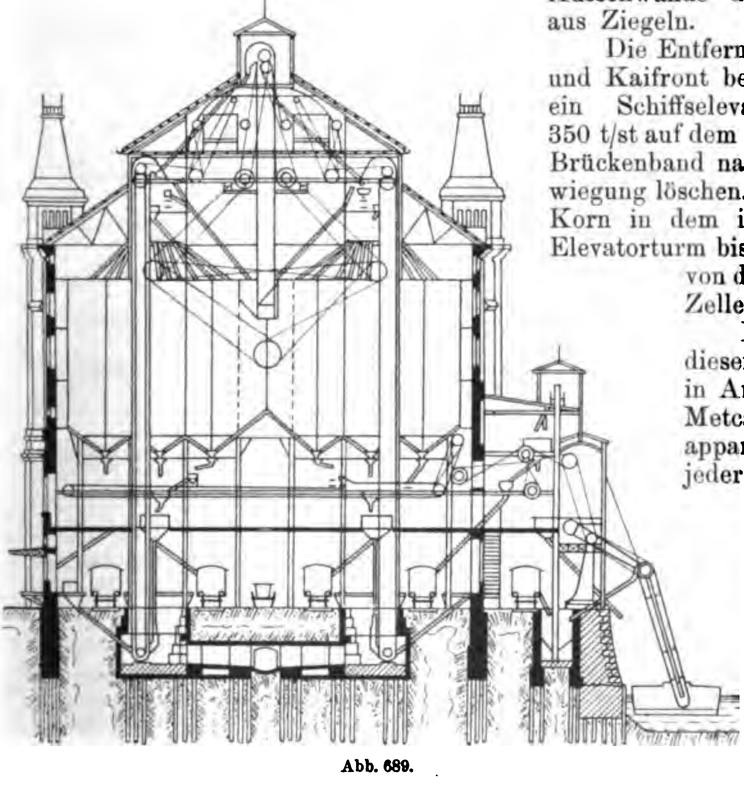
Die Leistungsfähigkeit des Getreideempfanges mit der Bahn beträgt	500 t/st,
diejenige der gleichzeitigen Verschiffung	800 „
die des Schiffselevators	50 „
mithin die Gesamtein- und -Ausladefähigkeit	1350 t/st.

Um etwa vorkommendes schlechtes Getreide vor der Verschiffung in bessere Verfassung zu bringen, sind Reinigungs- und Entstaubungsanlagen von 250 t stündlicher Leistung vorgesehen neben einer besonderen Trocknungsanlage, die stündlich 80 t zu trocknen vermag.

Die Silozellen sind aus eisenarmiertem Beton hergestellt, und zwar sind 120 Caissons von je 200 t Fassung vorgesehen. Die Gründung des Gebäudes erfolgte mit Rücksicht auf den überaus schlechten Baugrund mittels einer eisenarmierten, sich über das ganze Gebäude erstreckenden Plattform, einer ähnlichen Konstruktion, wie sie sich bereits bei dem vorerwähnten Silo in Buenos Aires unter ungefähr gleichen Verhältnissen ausgezeichnet bewährt hat.

Europa.

Die nordamerikanische Bauart der Getreidespeicher und ihrer maschinellen Ausrüstung ist auf alle Fälle eines eingehenden Studiums wert; wer sich dafür interessiert, braucht indessen nicht in die Neue Welt zu fahren, denn bereits im Jahre 1897 wurde in **Manchester** [17] von der Firma **John S. Metcalf & Co.** in Chicago trotz der unmittelbaren Nähe bewährter englischer Firmen, die viel für Liverpool, London u. s. w. gebaut hatten (z. B. S. S. Stott & Co. in Haslingden bei Manchester [18]), am Manchester Ship Canal ein Speicher gebaut, der auf den ersten Anblick seinen Ursprung erkennen lässt. Der Speicher vermag 40000 t Getreide aufzunehmen, und zwar in 226 Zellen, deren Fassungsvermögen zwischen 37 und 300 t schwankt. Die Zellen sind aus Holz hergestellt, die Aussenwände des Speichers bestehen aus Ziegeln.


Abb. 689.

Die Entfernung zwischen Speicher und Kaifront beträgt etwa 100 m, und ein Schiffselevator kann hierselbst 350 t/st auf dem zum Gebäude führenden Brückenband nach vorhergehender Verwiegung löschen. Im Speicher wird das Korn in dem in der Mitte gelegenen Elevatorturm bis zum Dach gehoben und von dort in die verschiedenen Zellen verteilt.

Bemerkenswert ist in diesem Speicher ferner ein in Amerika weitverbreiteter Metcalfscher Patenttrockenapparat, der 50 t Korn bei jeder möglichen Manipulation zu trocknen vermag. Sehr viel Korn, welches erhitzt oder beschädigt ankam, ist bereits durch diesen Apparat in kurzer Zeit wieder marktfähig gemacht worden.

In Europa dienen zum Lagern des zur

Ausfuhr bestimmten Getreides hauptsächlich die grossen Kornspeicher in Russland (Odessa [19], Riga [20] u. a.; vgl. Zahlentafel 75). Für Odessa sind sehr umfangreiche Anlagen geplant und zum Teil schon ausgeführt.

Viel Getreide geht auch aus den Ländern im Südosten Europas hinaus. Aus früheren Veröffentlichungen [21] bekannt sind die grossartigen von G. Luther in Braunschweig für die Direktion der rumänischen Staatseisenbahn ausgeführten, 50000 t fassenden Speicherbauten in Galatz und Braila, und ferner sei hier hingewiesen auf die zahlreichen von Ganz & Co. in Budapest für Oesterreich-Ungarn gebauten bezw. entworfenen Speicher in Budapest, Wien, Grosswardein, Mezöhegyes, Szatmar, Fiume, Burgas (Bulgarien) u. s. w. [22].

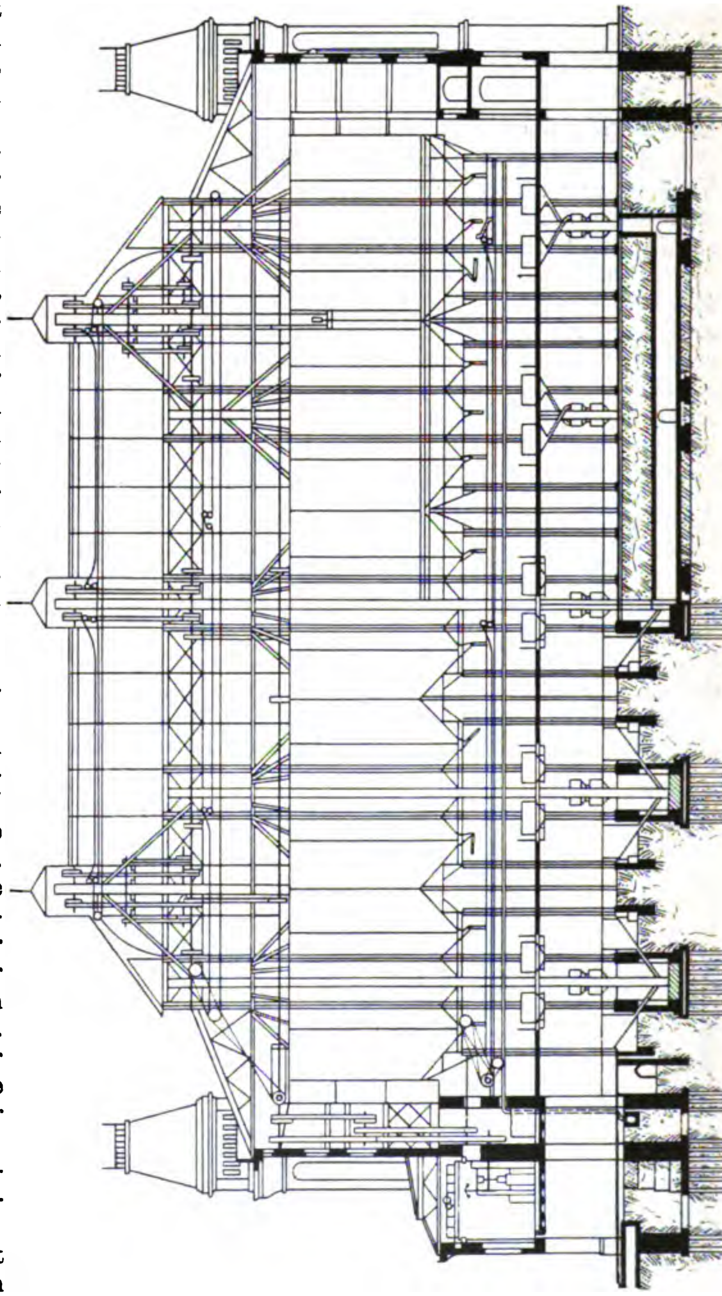


Abb. 687.

Von den genannten seien die von Budapest [23] (Abb. 687 bis 689) und Fiume hier kurz beschrieben.

Die Längsachse des Elevators in Budapest liegt parallel zur Donau. Die Ufermauer steht etwa 10 m von der Kaimauer entfernt. Etwa 50 m von der nördlichen Stirnseite des Gebäudes in der Verlängerung der Mittelachse des Elevators steht das Kesselhaus.

Der Elevator selbst wird von vier Gleisen und in der Mitte von einem Fahrweg durchschnitten.[1] Die Uferbahn erstreckt sich von dem Lastenbahnhof der ungarischen Staatsbahnen bis zu den Lagerhäusern, damit sowohl den Elevatoren als auch den Lagerhäusern Waren

[1]) Der Budapester Elevator, wie die in Fiume, Grosswardein u. s. w., als auch der Speicher in Kopenhagen haben diese Bauart gemein mit den meisten der amerikanischen Silos. Diese Speicher erreichen allemal eine bedeutend grössere Höhe als die Magazine, bei denen die Anfuhr an der Aussenseite des Hauses erfolgt (Typus der Speicher am Rhein, von Königsberg u. s. w.). Da der Unterbau gewöhnlich der teuerste Bestandteil ist, so muss seine Ausdehnung nach Möglichkeit eingeschränkt werden; indessen können wichtige Gründe selbstredend für gewisse Fälle die amerikanische Bauart auch bei uns rechtfertigen.

zugeführt werden können. — Auf der Stadtseite führen zwei Gleise aus dem Bahnhofe der Staatsbahnen; eins davon vermittelt den Dienst mit den Lagerhäusern, das andre hingegen verbindet den Lastenbahnhof mit dem Zollamt.

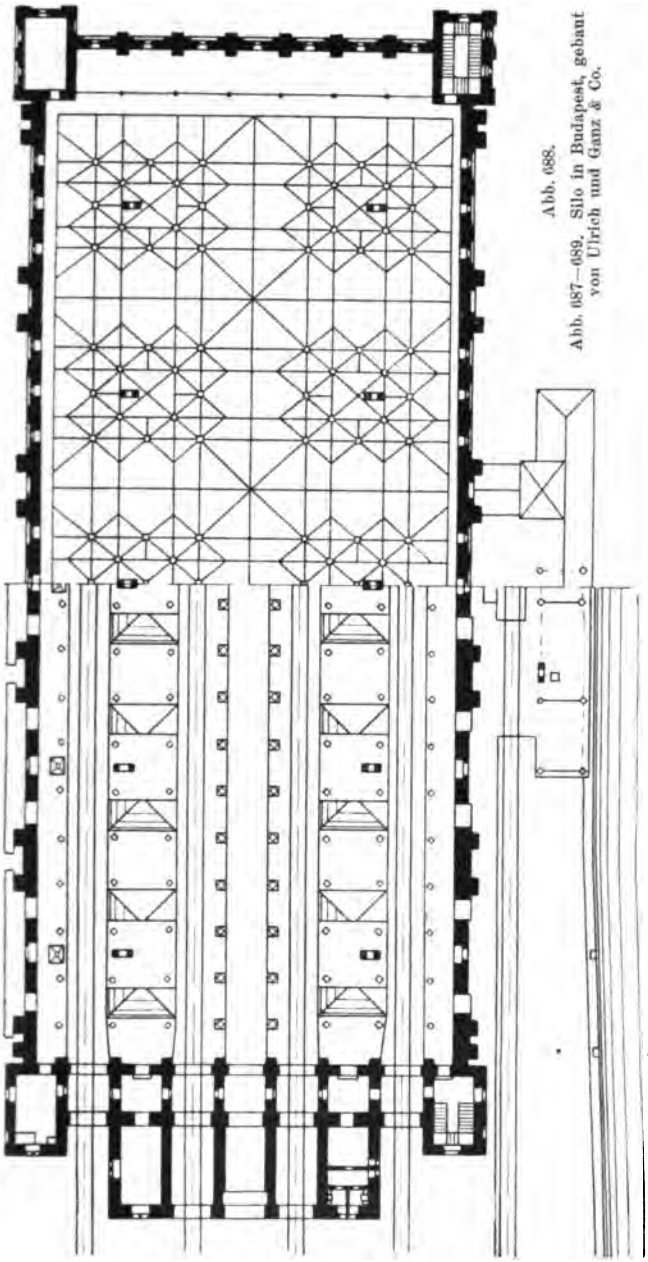


Abb. 688.

Abb. 687—689. Silo in Budapest, gebaut von Ulrich und Ganz & Co.

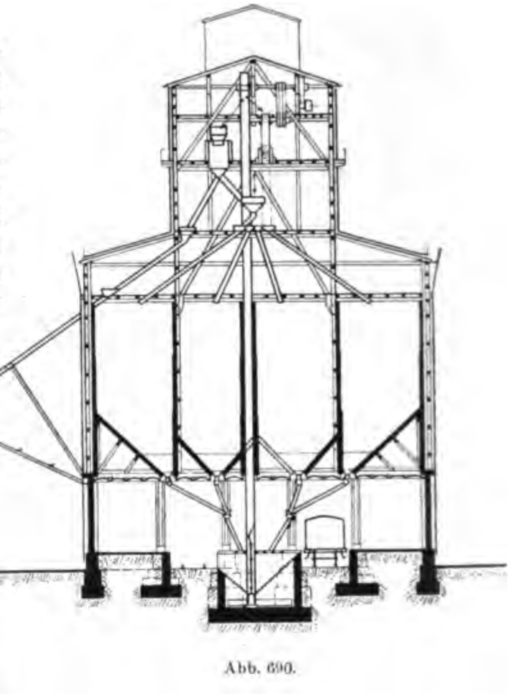
Die Verbindung mit den städtischen Strassenlinien wird durch eine Fahrstrasse hergestellt, die zwischen der Stadtseite des Elevators und den obenerwähnten beiden Gleisen in einer Breite von 15 m sowohl den Verkehr der aus der Stadt und aus den Mühlen kommenden Lastwagen mit dem Elevator als auch den Lagerhausverkehr vermittelt.

Der Elevator besteht im wesentlichen aus dem eigentlichen Speichergebäude, dem Maschinenhause und dem Vorbau für die Löschung des Getreides aus den Schiffen. Der Speicher selbst hat fünf Stockwerke: Kellergeschoss, Erdgeschoss, Mittelstockwerk mit einer Unterabteilung, Getreidelager und Dachboden.

Im Kellergeschoss, 5 m unterhalb der Gleise des Erdgeschosses, sind für die Elevatoren zehn Schächte angeordnet, die durch Quergänge sowohl untereinander als auch mit einem Längsgange verbunden sind.

Im Erdgeschoss laufen in der Längsrichtung des Elevators vier Rampen an den Gleisen entlang. Die Rampen auf der städtischen Seite sind auf ihrer ganzen Länge gedeckt und bestehen aus fünf Abteilungen mit je zwei Treppenausgängen. Jede der beiden andern Rampen liegt zwischen je zwei Gleisen. Alle Rampen sind durch Steintreppen von der Stirnseite aus zugänglich. — Die Räume unter dem Maschinenhause in der Fortsetzung der mittleren Rampen werden auf der einen Seite als Bureau, auf der andern Seite als Aborte verwendet.

Das mittlere Stockwerk besteht dem Wesen nach aus dem eigentlichen Manipulationsraum. Es wird ungefähr in der halben Höhe durch eine eingeschaltete Decke in zwei Teile geteilt. Dieses Zwischenstockwerk dient den Zwecken der Förderbänder, und hier sind auch jene Rohre angebracht, die das Getreide aus den Zellen zur Abgabe ableiten. — Die Decke dieses Stockwerkes bilden die Zellenböden. Dieser Raum ist in unmittelbarer Verbindung mit dem Schiffsvorbau und mit dem im Vorbau in gleicher Höhe sich befindenden Maschinenhause.



Im ganzen sind 290 viereckige Zellen vorhanden, deren Böden sich pyramidenartig verjüngen. Sie werden in Gruppen von je 29 Zellen in acht verschiedenen Grössen eingeteilt; ihre Tiefe beträgt 15 m. Die Auslauföffnungen je einer solchen Zellengruppe vereinigen sich in neun Punkten einer und derselben Ebene, und zwar vereinigen sich immer abwechselnd die Auslassöffnungen von drei und vier Zellen, während die mittlere Zelle, durch welche das Becherwerk hindurchgeht, eine eigne Auslauföffnung besitzt.

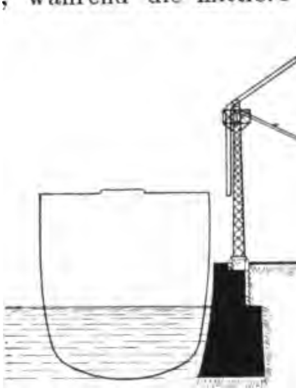


Abb. 690.

Das ganze Zellenstockwerk wird in Höhen von ungefähr 5 zu 5 m von Fluren umgeben, die sich zwischen den Hauptmauern und den Zellen hinziehen.

In dem Raum über den Zellen sind Galerien in fünf verschiedenen Höhen gezogen, und zwar je eine in der Höhe der Verteilungseinrichtungen, der Förderbänder, der Vorgelege, des Reinigungsbodens und des Dachbandes. Die fünf Galerien sind durch eine zweiarmige eiserne Treppe miteinander verbunden.

Der Schiffsvorbau ist in Strassenhöhe vollkommen offen. Unter diesem Vorbau befinden sich längs des Kais zwei wasserdicht gemauerte Schächte für die Trichter des hierher geförderten Getreides. In der Höhe des mittleren Stockwerkes wurde der Vorbau abgesperrt, damit der Fussboden, der auf den Wölbungen zwischen Trägern ruht, verlegt werden konnte. Von da ab bis zum Dach hinauf sind die Wände aus Glas und Eisen. Der auf diese Art abgesperrte

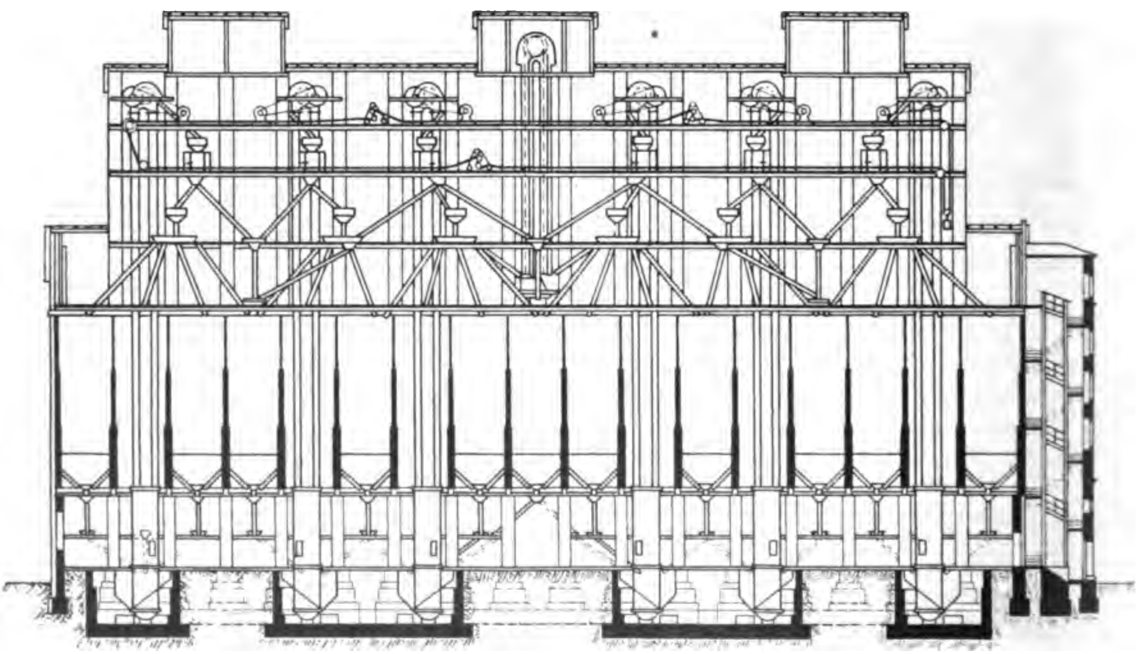


Abb. 690 u. 691. Elevator in Fiume, gebaut von Ganz & Co. in Budapest.

Raum verteilt sich auf zwei Stockwerke. — Das ganze Innere des Baues ruht auf 160 eisernen Säulen, welche die mechanische Einrichtung, das Getreide und das Dach tragen. Die Belastung jeder einzelnen Säule ist zu etwa 300 t angenommen. Die Säulen bestehen aus vier quadratisch zusammengenieteten Profileisen, in deren unteres Ende Stahlzapfen eingelassen wurden, welche in der Form einer Kugel abgedreht sind und in entsprechenden Lagern ruhen. Dieselben breiten sich nach unten in eine viereckige Platte aus mit abwärts gebogenen, zur Aufnahme der Stellschrauben dienenden Lappen. Während 120 Säulen die Zellen tragen, sind die übrigen 40 dazu bestimmt, die Einrichtungen über den Zellen sowie das Dach zu tragen; sie sind zu dem Zweck durch die Zellen hindurchgeführt worden.

Zum Antriebe der Transmissionen ist eine Dampfmaschine von 200 PS. aufgestellt; eine zweite Maschine gleicher Grösse dient als Reserve.

Im Gegensatz zur Budapester Anlage, wo Konstruktionen gefordert wurden, die bei grösster Dauer die geringsten Erhaltungskosten verursachen sollten, handelte es sich in Fiume darum, eine Anlage mit den einfachsten Mitteln so billig als nur immer möglich herzustellen.

Das ganze Bauwerk (Abb. 690 und 691) ruht auf 90 eisernen Säulen. Die äusserste Säulenreihe liegt im Mauerwerke der im Rohbau hergestellten, den Abschluss nach aussen bildenden Hauptmauern. Das Erdgeschoss und das Treppenhaus sind ganz feuersicher hergestellt. Die Decken sind aus Stein und Eisen, die darüber befindlichen 68 Zellen hingegen aus Holz gebaut.

Die Zellen sowie der Dachaufbau sind aussen mit Wellblech verkleidet. An mehreren Stellen der Aussenseite des Gebäudes führen eiserne Rettungsleitern vom Dachraum bis zur Gebäudesohle.

Die mechanische Einrichtung besteht aus sechs je 50 t/st leistenden Hauptelevatoren, welche bis zur Decke des Erdgeschosses aus Eisen hergestellt sind, ferner aus drei Dachelevatoren und aus einem Bandförderer, der in zwei Stockwerken den Getreidetransport besorgt. Am oberen Teil des Bandes sind zwei, am unteren Teil hingegen ist nur ein Abwurfwagen angeordnet. Sechs Verteilungsapparate im Dachraum vermitteln die Zuführung des Getreides zu den Zellen.

Weitere Rohrleitungen dienen dazu, das Getreide entweder zu den Elevatorfüssen oder zu den Schiffen zu leiten. Die letztgenannten Rohre führen zu drei am Ufer aufgestellten Ständern, welche als Stützen für die vom Elevator ausmündenden Abfallrohre sowie zur Befestigung der Teleskoprohre dienen, welche das Getreide in den Schiffsraum leiten. Weiter sind sechs selbsttätige Wagen vorhanden. Den Betrieb der Anlage besorgen vier 10pferdige und zwei 20pferdige elektrische Motoren.

Zur Beleuchtung der Anlage sind aussen 2 Bogenlampen und im Innern 70 Glühlampen in Verwendung.

Dieser Elevator ist hauptsächlich für die Lagerung und Umladung des mit der Bahn zugeführten Getreides bestimmt, das nach etwaiger Reinigung verschifft werden soll.

Zwei Eisenbahngleise befinden sich im Innern des Hauses, auf jedem Gleise finden sechs Waggons Platz.

Das Getreide wird in Trichter entleert, welche sich in der Mitte des Gebäudes befinden und je eine Waggonladung fassen. Mit den Trichtern in Verbindung stehen die Hauptelevatoren, welche das Getreide heben und den selbsttätigen Wagen zuführen, aus denen die Einlagerung durch die Verteilungsapparate entweder unmittelbar in die Zellen oder in das Schiff erfolgt.

Bezüglich der uns am meisten interessierenden asiatischen Speicher sei verwiesen auf den auf S. 250 beschriebenen Bodenspeicher in Dérindjé, Nagel & Kaemp, A.-G., in Hamburg [24], sowie auf die in Haidar Pascha von G. Luther, A.-G., [25] und von Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig [26] errichteten Bauten.

Dienten die besprochenen Speicher in erster Linie der Ausfuhr, so sollen jetzt einige Speicher für Einfuhrzwecke besprochen werden.

Getreideeinfuhrhäfen.

Nicht minder wichtig und grossartig eingerichtet sind die Magazine zum Lagern des von auswärts eingeführten Getreides, welche einem ständigen oder zeitweisen Mangel innerhalb weiter Gebiete abhelfen sollen. Besonders hervorzuheben sind unter ihnen die umfangreichen Handelsspeicher in den Seehäfen Liverpool, London, Antwerpen, Amsterdam, Kopenhagen, Genua, Königsberg u. s. w. sowie in den namentlich in Deutschland am Ende des vorigen Jahrhunderts rasch aufgeblühten Flusshäfen, auf welche zum Teil später näher eingegangen wird.

Es sollen jetzt umgekehrt wie vorher zunächst die grössten Speicher in den Seehäfen besprochen, und dann soll die weitere Verteilung des Getreides in die Flusshafenspeicher verfolgt werden; zum Schluss seien dann noch kurz behandelt die Speicher unsrer Landwirte und Mühlenbesitzer.

Seehäfen.

Liverpool ist in bezug auf die Getreideeinfuhr der bedeutendste Hafen Englands [27].

Unter den älteren im Jahre 1868 erbauten Hafenanlagen, welche für den Getreideverkehr noch heute eine bedeutende Rolle spielen, ist besonders bemerkenswert das im Jahre 1868 erbaute, der Stadt gehörige Getreidelagerhaus am Waterloodock, das für Schüttböden und Silolagerung eingerichtet ist.

Die Becherwerke, Bänder (Bandgeschwindigkeit nur 2 m/sk, dabei wird die Dauer der Bänder auf 15—16 Jahre angegeben) und Krane sowie die Schleusentore werden durch hydraulische Motoren angetrieben, die zur Erzeugung des Presswassers u. s. w. vorhandene Dampfmaschine besitzt 300 PS. Bemerkenswert sind die zur zweckmässigen Ausnutzung der Lagerfläche verstellbaren Trennungswände von 1,2 m Höhe, gegen welche das lose Getreide geschüttet wird (Abb. 640 und 641, S. 251).

In bezug auf die älteren der am Alexandra-Dock in Liverpool befindlichen, der Liverpool Grain Storage and Transit Company gehörigen grossartigen Getreideförder- und Lageranlagen sei verwiesen auf „Engineering“ vom 11. September 1891; von diesen Speichern sei nur eine Einrichtung hervorgehoben, die nicht allgemein bekannt sein dürfte und deren Verbreitung doch recht wesentlich erscheint (vgl. Abb. 721, S. 302).

Im übrigen wird hier nur von dem neuesten Speicher einiges mitgeteilt, das zum Teil eignen Wahrnehmungen von des Verfassers Studienreise im Frühling 1898 entstammt, teils entnommen ist einem ihm von dem inzwischen verstorbenen Herrn Oberbaudirektor Franzius, dem einstigen Leiter einer Bremer Studienkommission, freundlichst zur Verfügung gestellten Bericht.

Für Getreide mit viel Beimischung von Stroh und Hülsen sind in dem älteren Speicher der Alexandra-Docks (vgl. Zahlentafel 75, S. 314) einzelne Zellen mit besonderer Vorrichtung für die gleichmässige Untermischung des Getreides mit seinen Beimengungen vorhanden (Abb. 692—697). Diese Vorrichtung soll bewirken, dass bei Teilablieferungen aus den Zellen auch die letzten Ablieferungen ebenso ausfallen wie die ersten.

Neben diesem Speicher ist ein neues Getreidelagerhaus (Abb. 698) aufgeführt, das mit dem ersten durch ein Förderband im Dachgeschoss verbunden ist und auf diese Weise von den bereits vorhandenen Schiffselevatoren mit bedient werden kann.

Bei einer Länge von 52 m ist das Gebäude in zwei äussere Siloabteilungen mit je zwei Zellenreihen und eine mittlere Siloabteilung mit drei Zellenreihen und zwei zwischen den Silos liegenden Bodenabteilungen eingeteilt. In jeder Reihe befinden sich neun quadratische Zellen mit rund 4,5 m Seite im Lichten. Die Bodenabteilungen von rund 8 m lichter Breite gehen durch die Gesamtgebäudetiefe von rund 40 m. Die Silozellen sind vom Auslauf im Tunnel bis zur Dachbodenbalkenlage 27,4 m hoch, der darüberliegende Dachboden besitzt eine Höhe von 3,96 m. Die Geschosshöhen der Bodenabteilungen betragen für den Unterraum 4.88 m, im ersten Boden 3,96 m, die darüber liegenden 2,87 m.

Für jede Siloabteilung läuft ein Bändertunnel von 3,35 m Lichtweite und 2,13 m Höhe (bis Gewölbescheitel) quer durch das Gebäude. Bei den Bodenabteilungen dient der Unterraum der Abfuhr mittels Landfuhrwerks, der darüber liegende erste Boden als Arbeitsflur

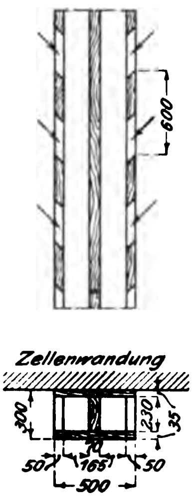


Abb. 696 u. 697.

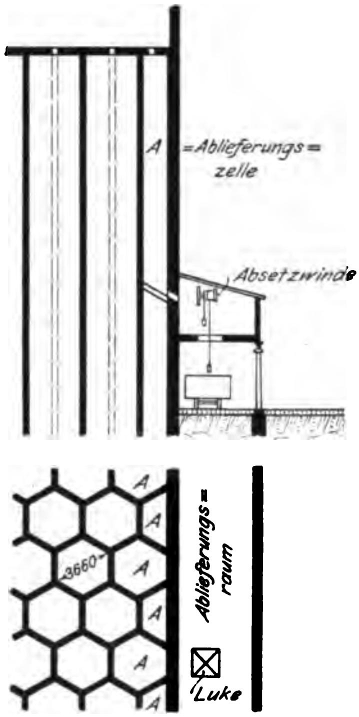


Abb. 692 u. 693.

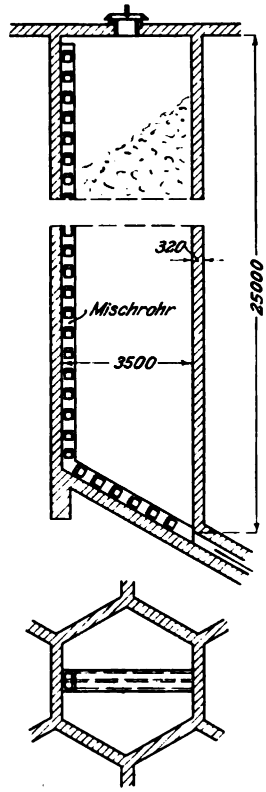


Abb. 694 u. 695.

Abb. 692—697. Einzelheiten aus den Ablieferungsmischzellen eines Getreidespeichers in Liverpool.

zur Verwiegung, Ablieferung u. dergl., die weiteren Böden zur Lagerung. Als neu und recht zweckmässig zu bezeichnen ist die Teilung der Silozellen in eine Oberzelle mit rund zwei Drittel des Gesamtfassungsraumes und einer Unterzelle mit einem Drittel desselben. Dabei kann das Getreide aus jeder Oberzelle unmittelbar in den Ablieferungsflur abgelassen oder auch in die Unterzellen übergeführt werden und ebenso aus beiden Zellen auf die Tunnelbänder und von

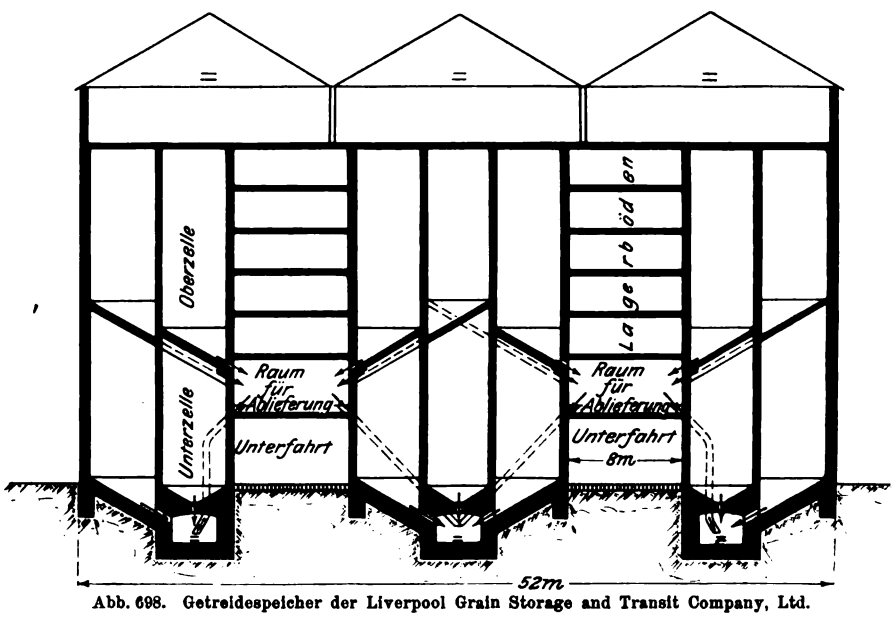


Abb. 698. Getreidespeicher der Liverpool Grain Storage and Transit Company, Ltd.

den Verteilungsbändern im Dach sowohl in die Unter- wie in die Oberzellen gelangen. Für Rester sind im Arbeitsflur sowie in einem nach der Strassenseite zu angelegten, durch das ganze Gebäude laufenden schmalen Längsflur besondere Einwurföffnungen vorhanden. Die Aussenmauern sind ohne Luftschicht, die Zellenwände $1^1/_2$ Stein stark hergestellt. Die Zellenmauern sind durch wagerecht liegendes Eisenfachwerk verankert; in jeder Zelle sind Steigeisen in ganzer Höhe angebracht. Absturzrohre für die Böden sind in jedem Flur 3 Reihen zu 6, also 18 Stück vorhanden.

Neue Anlagen befinden sich auch am Canadadock, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden soll.

In dem Liverpool am Mersey gegenüberliegenden Birkenhead sind schon 1868 grosse Getreidelagerhäuser gebaut worden, die in „vier Blocks“ an demselben Dock liegen und Schüttboden wie Silos (eiserne) enthalten.

Sämtliche Londoner Docks sind Schleusenhäfen und werden von Aktiengesellschaften betrieben, denen das Recht dazu durch Parlamentsakte verliehen ist. Hervorzuheben sind die Surrey Commercial-Docks, die Millwall-Docks, die Tilbury-, West India-, Royal Victoria- und Royal Albert-Docks. Die zuletztgenannten gehören mit den South West-India- und East-India-Docks dem „London- and India-Docks Joint Commitee“, das sie nach einheitlichen Betriebsbestimmungen (Tarifen u. s. w.) verwaltet.

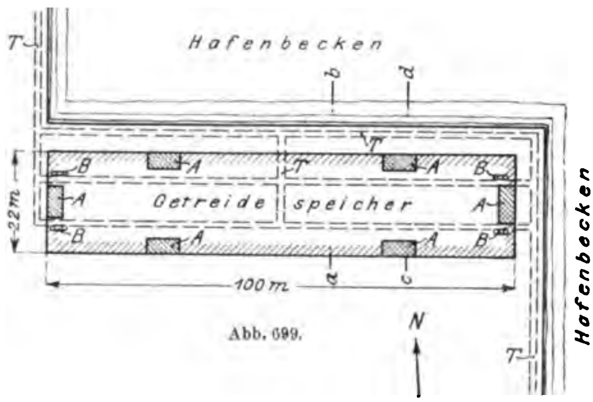


Abb. 699.

Alle Docks sind eingefriedigt und nur durch bestimmte, besonders bewachte Eingänge, die abends geschlossen werden, zugängig. Dies erleichtert nicht nur die Bewachung der Docks, sondern auch die strenge Durchführung des überall bestehenden Rauchverbotes, dessen Befolgung durch hohe Geldstrafen und ersichtlich mit bestem Erfolg erzwungen wird. In einzelnen Docks werden laut besonderem Anschlag sogar Belohnungen für Anzeigen von Uebertretungen des Rauchverbotes gewährt.

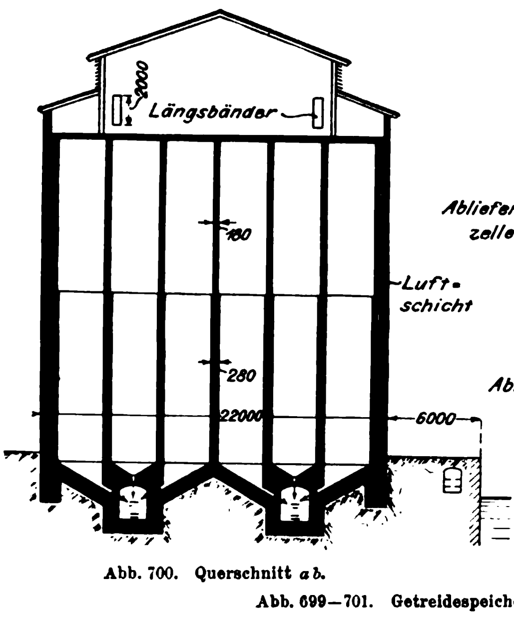


Abb. 700. Querschnitt *a b*.

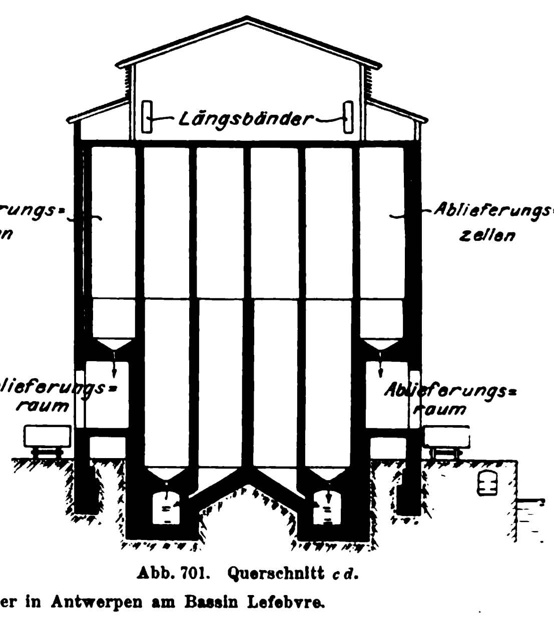


Abb. 701. Querschnitt *c d*.

Abb. 699—701. Getreidespeicher in Antwerpen am Bassin Lefebvre.

Von den Getreidespeichern und Getreideschuppen der Surrey Commercial-Docks sind die Hauptdaten in die Zahlentafel 75 übernommen; als bemerkenswert seien hier nur die in Abb. 608 wiedergegebenen drehbaren Schüttrinnen erwähnt, die an die Ausläufe der das Getreide verteilenden Sturzrohre auf jedem Boden nach Bedarf angeschlossen sind. Es wird dadurch die Handarbeit beim Einlegen (Trimmen) ganz erheblich vermindert.

Die Millwall-Docks sind berühmt geworden durch ihren langjährigen Betriebsleiter, Ingenieur Fred E. Duckham, über dessen Versuche und Ergebnisse ausführlich berichtet ist in [28]; vgl. a. Druck- und Saugluftförderer.

Einen der einfachsten und gediegensten Silospeicher hat das Haus Nagel & Hermann in Brüssel in Antwerpen gebaut (Abb. 699—701). Der Speicher besitzt eine Länge von 100 m bei 22 m Tiefe; er ist mit 145 rechtwinkligen (meist 4 × 4 m) Zellen in Grössen von 320, 170 und 110 cbm Inhalt bei 22 m Höhe ganz in Ziegelmauerwerk hergestellt. Der Gesamtfassungsraum der Lagerzellen beträgt 34677 cbm. Die Zellenwände sind unten 28 cm, oben 18 cm stark und auch an den Aussenwänden gesondert (unter Belassung einer etwa 8—10 cm starken Luftschicht) aufgeführt; alle 0,90 m der Höhe sind I-Eisenrahmen als Verankerung mit Rundeiseneckverstrebungen in die Zellen eingemauert (Abb. 702). Das Gebäude besitzt sieben Ablieferungsflure mit Ablieferungszellenmündungen, deren Fussboden etwa 2 m über Gleis (Bordhöhe der offenen Güterwagen) liegt. Die Abfuhr durch Landfuhrwerk spielt keine Rolle.

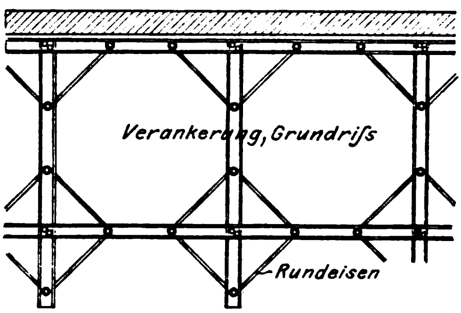


Abb. 702. Verankerung der Zellenwände im Silo in Antwerpen.

Der Speicher liegt an einer einspringenden Ecke des Bassin Lefebvre (Abb. 699), und zwar mit einer Längs- und einer Giebelwand in 6 m Abstand vom Kai; drei Bändertunnels T zur Aufnahme des von Hand (mit Schiffswinde) gelöschten Getreides laufen an den Kais entlang; einer davon, längs dem Westkai, führt am Westgiebel in das Gebäude, der zweite läuft vor der Nordfront des Gebäudes, der dritte längs dem Ostkai. Letztere beiden sind durch einen Quertunnel, und zwar von dem Nordtunnel aus, mit dem Gebäude verbunden. Der Quertunnel führt durch das Gebäude hindurch und kreuzt die im Gebäude liegenden Hauptlängstunnels. In diesen laufen je zwei Bänder übereinander; Ober- und Unterstrang jedes Bandes werden zur Förderung benutzt.

An jeder Giebelseite fördern zwei Hauptbecherwerke zu je 100 t Leistung das Getreide zum Dachgeschoss auf zwei Längsbänder, deren Oberstränge 2 m über den Untersträngen laufen. Vorgesehen sind an jeder Giebelseite fünf



Abb. 703. Silospeicher für die Maatschappij tot Exploitatie van Graansilos en Pakhuizen in Amsterdam, gebaut von Unruh & Liebig in Leipzig.

Hilfsbecherwerke von je 30 t stündlicher Leistung zur Beförderung sowohl des ankommenden wie des lagernden Getreides nach den Ablieferungszellen *A*, den Reinigungsmaschinen, den Leichterschiffen (entweder mit oder ohne Umgehung der Reinigungsmaschinen) durch besondere eiserne, fast bis zum Kai geführte Ablaufrohre oder nach den Hauptbändern zum Umstechen.

Die Zellensohle aus Beton liegt unmittelbar auf dem Baugrunde. Einige Zellen sind mit Lüftungsvorrichtungen für das lagernde Getreide versehen.

In Abb. 703 ist der im Jahre 1896/97 von Unruh & Liebig in Leipzig für die Maatschappij tot Exploitatie van Graansilos en Pakhuizen erbaute Silospeicher in Amsterdam dargestellt. Die Entwurfszeichnungen für das Gebäude

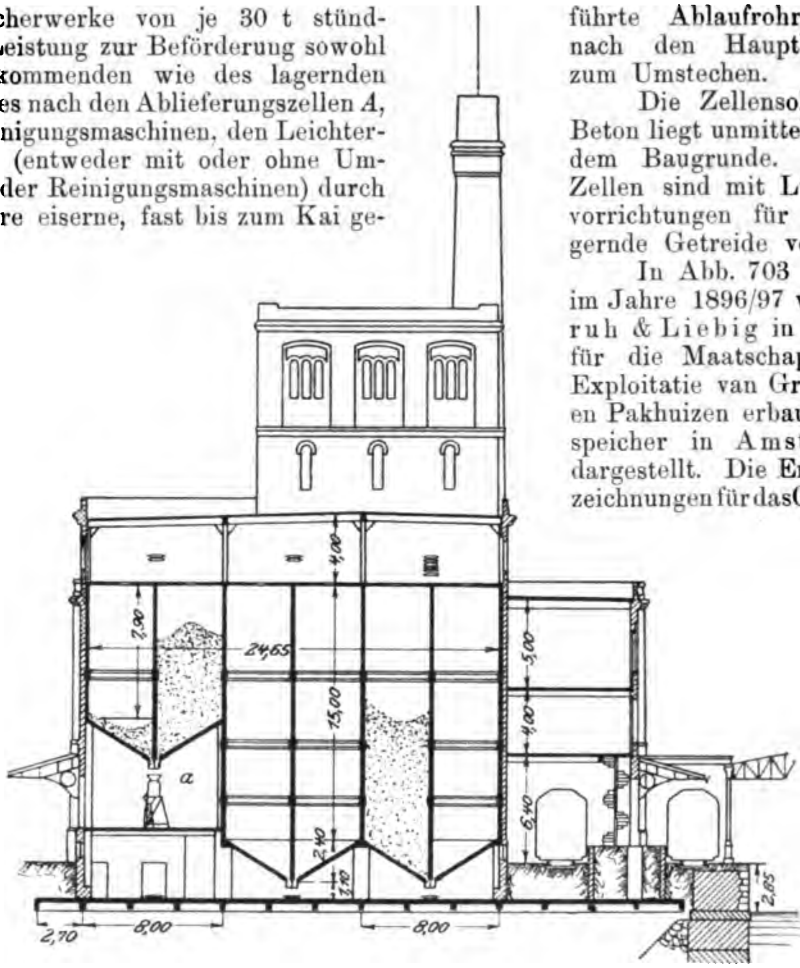


Abb. 704.

stammen von Professor Jakob F. Klinkhamer in Delft. Das Lagerhaus liegt auf dem verlängerten Westerdocksdeich am Nordseekanal; das Wasser an der Vorderseite ist so tief, dass Dampfschiffe mit 8 m Tiefgang unmittelbar am Silo anlegen können. An der Hinterseite wird das Getreide in die Eisenbahnwagen verladen. Näheres s. Zahlentafel 75, S. 314, und [29]; über Rotterdam s. [30].

Auch auf die ausgedehnten Siloanlagen in Kopenhagen, die gleichfalls sämtlich von Unruh & Liebig erbaut wurden, kann hier im einzelnen nicht eingegangen werden; es sei verwiesen auf Zahlentafel 75 sowie auf [31].

Der bedeutendste Silospeicher Italiens bezw. der grösste Getreidespeicher Europas (Abb. 704—707) ist von G. Luther, A.-G. in Braunschweig, in Genua gebaut und im Herbst 1901 in Betrieb genommen [32]. Die ersten Entwürfe für den Speicher rühren her von den Ingenieuren A. Carissimo und G. Crotti in Mailand. Er bedeckt eine Fläche von 7155 qm und ist auf einer 216,5 m langen, 37,5 m breiten und 75 cm starken, aus Eisen und Zement bestehenden Grundplatte erbaut, die sich unmittelbar auf den eingeebneten und gestampften gewachsenen Boden legt. Bei gefüllten Zellen wird an keiner Stelle ein Flächendruck von 1,6 kg/qcm überschritten. Der Speicher ist noch nicht vollständig ausgebaut, eine Erweiterung nach Westen hin ist für später in Aussicht genommen. Der Ostbau besteht aus 172 rechteckigen Zellen von 4 m Breite, 3 m Länge und 15 m Höhe, deren jede rund 130 t Schwergetreide fasst. Die Mauern sind durchweg in Hennebique-Bauart hergestellt. Die Tragsäulen des Erdgeschosses haben 0,9 · 0,9 qm Querschnitt und sind für eine Belastung von je

375 t berechnet. Die Zellensohle bildet die Decke des Erdgeschosses; je zwei benachbarte Zellen endigen in einem Gussstück (s. Abb. 704), aus dem durch ein bewegliches Pendelventil stündlich bis 75 t abfliessen können.

Die Westsilos sind mit Ausnahme von 14 für die unmittelbare Beladung von Landfuhrwerken bestimmten, je 75 t fassenden Zellen ebenso gebaut. Ueber der Unterfahrt für das Fuhrwerk befindet sich ein Raum *a*, in dem das aus den Zellen kommende Getreide verwogen und abgesackt werden kann.

In dem unteren Stockwerk des zweigeschossigen Mittelbaues sind in Höhe der Strasse an der Landseite die Luftpumpen für die Duckhamschen Saugelevatoren (s. Druck- und Saugluftförderer, S. 240 ff.), an der Wasserseite 1,4 m über Strassenhöhe die Vakuum-

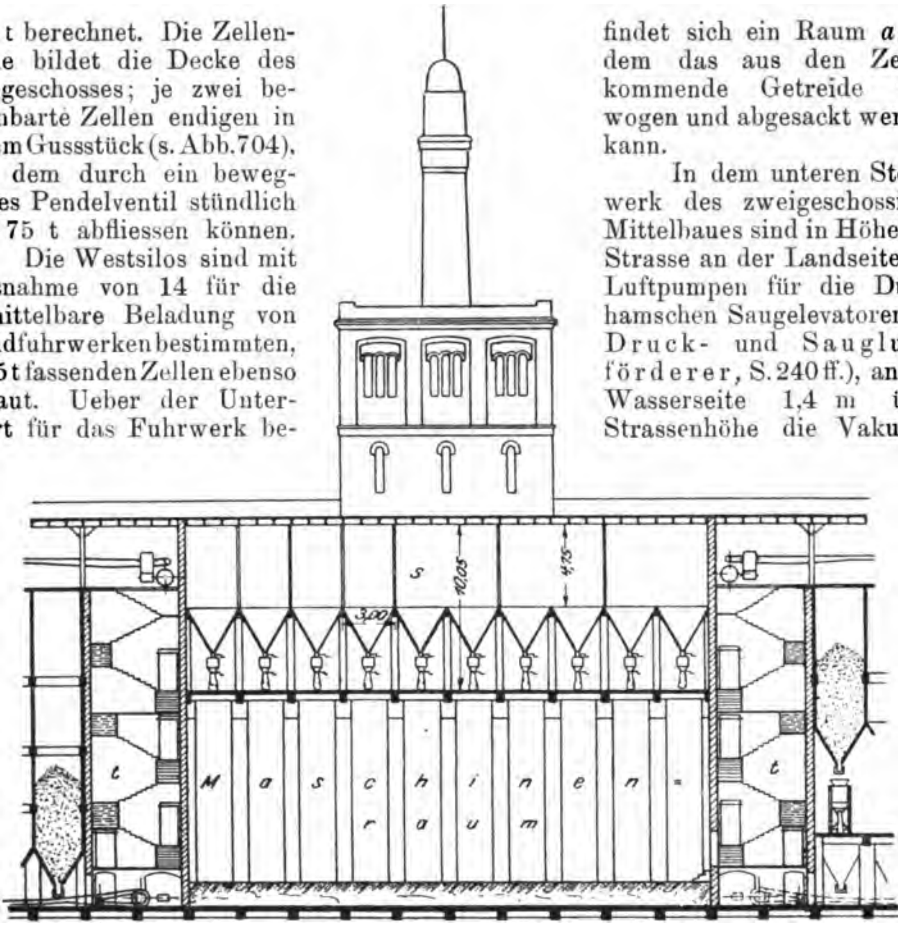


Abb. 705.
Abb. 704 u. 705. Silospeicher in Genua, gebaut von G. Luther, A.-G., in Braunschweig.

behälter und die elektrischen Maschinen zur Kraft- und Lichterzeugung aufgestellt. Der Pumpenraum wird seitlich begrenzt von zwei Treppen *t*, die sich im zweiten Stockwerk des Mittelbaues und im obersten Geschoss der Flügel-

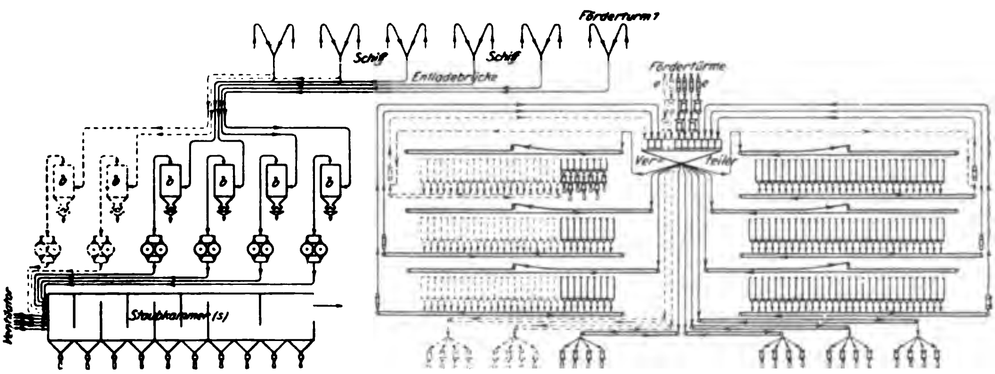


Abb. 706. Diagramm des Silospeichers in Genua.

bauten, d. h. in Höhe der Silodecken, treffen (Abb. 705). Ausserdem sind zwei mit den Treppen und Fluren in Verbindung stehende hydraulische Aufzüge von 1000 kg Tragfähigkeit, 18,5 m Förderhöhe und 2 · 1,8 qm Nutzquerschnitt vorhanden. Ueber dem Pumpenraum befindet sich eine durch Zementmauerungen

in ungleiche, von Osten nach Westen an Grösse zunehmende Räume geteilte Staubkammer *s* (Abb. 705 und 706). Die Geschwindigkeit der an der Ostseite eintretenden Staubluft nimmt auf dem Wege nach den westlichen Abteilungen erheblich ab, so dass ein grosser Teil der festen Bestandteile auf den mit 20 Absacktrichtern versehenen Boden sinkt. Schliesslich strömt die Luft durch ein Gitter aus der letzten westlichen Kammer aus. Die Decke der Staubkammer ist die Fortsetzung des Bodendaches über den Silos der Flügelbauten.

Im Elevatorturm (Abb. 706) befinden sich in Rampenhöhe die Oeffnungen für die Rümpfe, die nach den sechs mit den Saugluftbehältern *b* durch die Duckhamschen Luftschleusen oder Pendelzylinder in Verbindung stehenden Becherwerken *e* führen. Die übrigen sechs Becherwerke dienen zum Umstechen. Im zweiten Stock über den 5 m hohen und 3 m im Lichten messenden zylindrischen Saugluftbehältern *b* stehen die Reinigungsmaschinen; im dritten Geschoss liegen in Höhe der Silodecke der Flügelbauten die 12 Verteil-, Umlade- und Ausgabebänder, denen das Getreide aus dem im vierten Stocke untergebrachten Verteiler *v* (Abb. 706 und 707) zufliesst. Der Verteiler ermöglicht durch entsprechende Klappen-

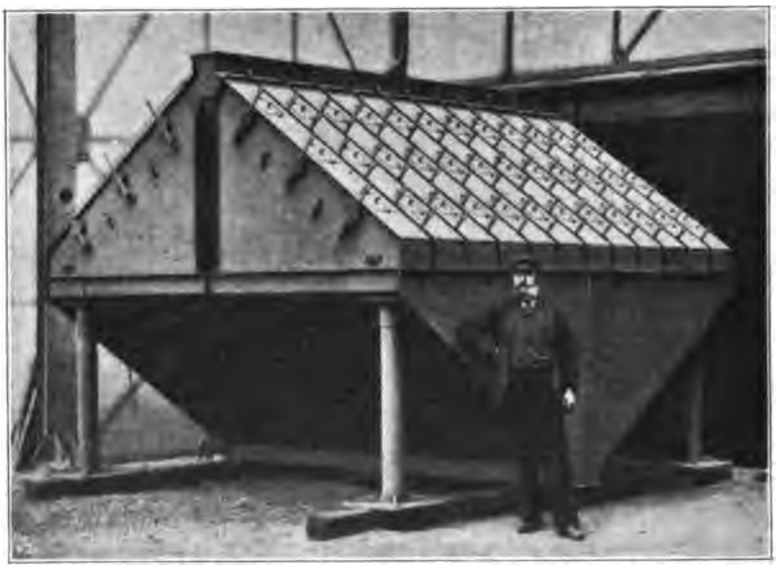


Abb. 707. Getreideverteiler im Silo von Genua.

stellung, von jedem der 12 Elevatoren auf jedes der 12 oberen Bänder zu arbeiten. Im fünften Geschoss stehen die selbsttätigen Wagen (s. S. 252), denen die Frucht aus den Elevatoren zufliesst. An der Südwand des Elevatorturmes erhebt sich noch 13 m über das höchste Dach ein Kamin von quadratischem Querschnitt, der die Rauchgase aus dem meerseitig gelegenen, mit vier Kesseln ausgerüsteten Kesselhaus abführt. Eine Treppe und ein hydraulischer Aufzug führen bis zu den obersten Stockwerken im Elevatorturm.

Im Erdgeschoss des Hafenvorbaues (Abb. 704) ist ein Eisenbahngleis verlegt, das wie das parallel zu ihm ausserhalb des Gebäudes geführte Ufergleis mit der Seestation Santa Limbania verbunden ist. Vier gusseiserne Wendeltreppen (Abb. 704) verbinden die Rampen mit dem ersten Stock, der vor dem Mittelbau das bereits erwähnte Kesselhaus nebst einer offenen Terrasse zur Lagerung der Kohle enthält. Mit einem Kran wird die Kohle gehoben und verteilt. An das Kesselhaus schliessen sich zu beiden Seiten die Räume zum Verwägen und Einsacken des Kornes mit selbsttätigen Wagen, die unter den Mündungen von Zellen aufgestellt sind (Abb. 706). Auf Rutschen (s. d.) gelangen die Säcke zum Eisenbahnwagen; der freie Raum im ersten Stock dient zum Lagern der gesackten Frucht. Der zweite Stock des Vorbaues ist für Verwaltungszwecke bestimmt.

Holz ist der Feuersicherheit halber beim Bau völlig ausgeschlossen worden, und zahlreiche Wasserleitungen, Feuermelder, selbsttätige Löscheinrichtungen u. s. w. (s. Bodenspeicher) sind eingebaut und aufgestellt.

Zur Beleuchtung dienen Glühlampen, die in Räumen, wo trotz starker Lüftung der Staub nicht ganz zu beseitigen ist, noch mit einer zweiten Glasglocke versehen sind.

Von der bereits erwähnten Kohlenterrasse gelangt man zu der auf sechs Pfeilern ruhenden Entladebrücke, an der zwei Schiffe zugleich mittels der Duckhamschen Saugelevatoren gelöscht werden können (Abb. 706; vgl. a. Abb. 623, S. 241). Je zwei der an einem Förderturm aufgehängten Schlauchrohre von 200 mm Durchmesser münden in die auf der Brücke gelagerten Förderrohre, deren jedes zu einem der bereits erwähnten Saugluftbehälter führt.

Die Aufnahmefähigkeit der Anlage wird nach dem völligen Ausbau rund 50000 t betragen.

Was die Leistungsfähigkeit betrifft, so sollen zwei Schiffe zu je 2500 t durch die 450 t/st fördernden Saugelevatoren in rund 11 Stunden gelöscht werden; es könnten also erforderlichenfalls 10000 t in 24 Stunden aus Schiffen in den Speicher geschafft werden. Ein Eisenbahnzug von 24 10 t-Wagen ist aus dem Speicher oder vom Schiff aus in rund $^1/_2$ Stunde zu beladen.



Abb. 708. Getreidespeicher in Königsberg, gebaut von C. G. W. Kapler, A.-G., in Berlin.

Der grösste deutsche Speicher (Abb. 708—713) ist von der Firma C. G. W. Kapler in Berlin nach den Angaben ihres damaligen Direktors Rasch (jetzt Zivilingenieur in Berlin) etwa 4 km westlich von Königsberg am Pregel errichtet. Die Anlage vermag etwa 40000 t aufzunehmen; hiervon entfallen 35000 t auf Bodenlagerung und 5000 t auf Silos. Der Speicher zerfällt in vier getrennte Betriebe mit vier Einnahme- und vier Schiffsverladestationen, deren jeder ausser einem dem Personen- und Sackverkehr dienenden freien Raum im Erdgeschoss neun Lagerböden enthält. An den gemeinsamen Mittelbau schliessen sich zu beiden Seiten 32 durch die ganze Gebäudehöhe reichende hölzerne Siloschächte von 3 $\times$ 3,5 qm Querschnitt und 24 m Höhe an. Neben dem Hauptgebäude liegt das Kessel- und Maschinenhaus mit dem 48 m hohen Schornstein. Vgl. a. Abb. 646 und 647, S. 257.

Jeder der vier Betriebe enthält einen Einnahmeelevator *a* (Abb. 709, 710 und 711) mit Wage *b* und einen Hauptelevator *c* (Abb. 710 und 713) der mittels eines Oberbandes *d* in die zugehörigen Silos oder auch auf die Böden arbeitet. Das Unterband *e* mit Elevator *f*, Aspirateur *g* und Oberband *h* dient entweder zum Umstechen oder in Gemeinschaft mit einer der Verladewagen *i* und einem der vier Verladebänder *l* (Abb. 711 und 712) zur Verladung in das Schiff oder den Eisenbahnwagen. Hierbei kann der Aspirateur *g* nach Belieben benutzt oder ausgeschaltet werden. In jedem der vier Betriebe kann gleichzeitig eingenommen und umgestochen oder eingenommen und vom Boden verladen oder auch umgestochen und von der Eisenbahn unmittelbar ins Schiff verladen werden.

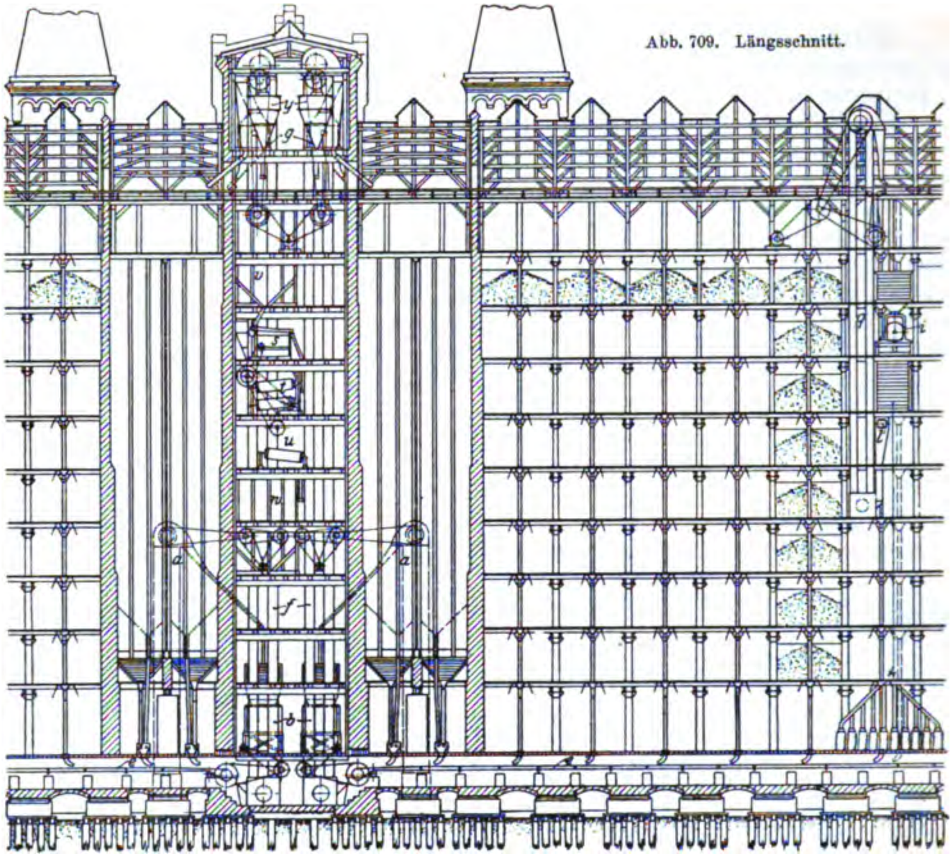


Abb. 709. Längsschnitt.

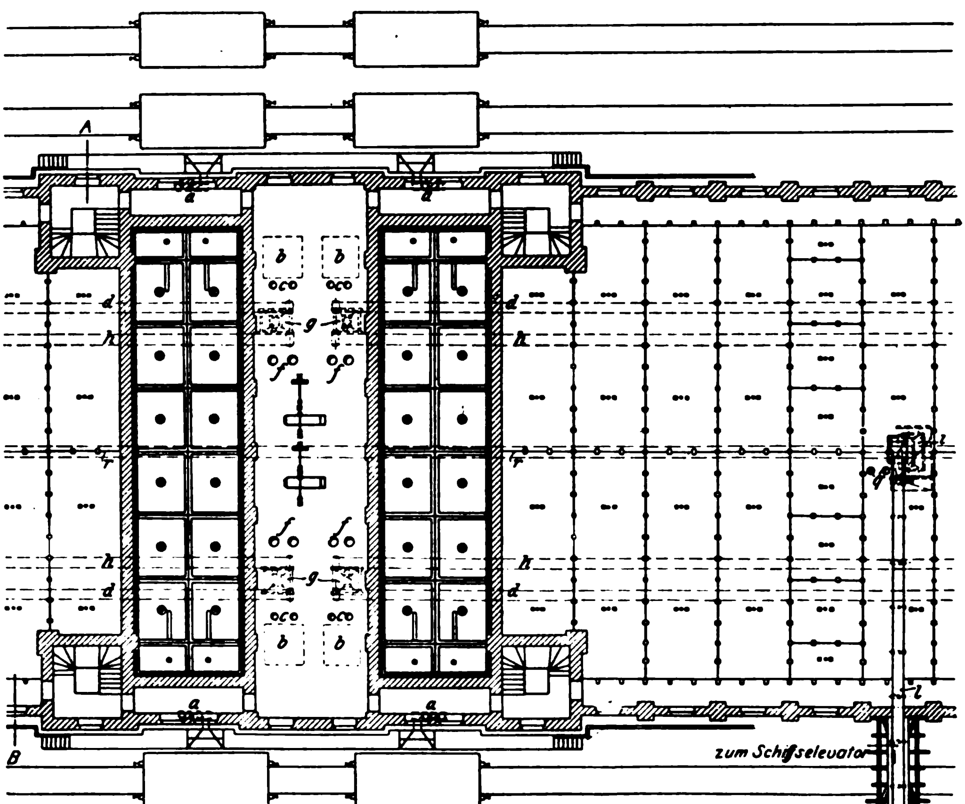


Abb. 711. Grundriss vom fünften Boden mit den Verladebändern.

Das Verladeband *l*, welches vorwärts und rückwärts laufen kann, dient auch zeitweilig in Gemeinschaft mit dem Schiffselevator *o*, dem Hilfselevator *p*, dem Innenelevator *q* und dem Oberband *r* zur Entnahme aus dem Schiff, während welcher Zeit an dieser Stelle natürlich nicht ins Schiff verladen werden kann.

Ist in einem der vier Betriebe besonders viel aus Wagen einzunehmen, in einem andern Betriebe jedoch nichts, so kann auch dieser aushelfen, und zwar über den freien Elevator *a*, die freie Wage *b*, den Elevator *c*, den zugehörigen Aspirateur *g* und das Oberband *r*, das ebenfalls sowohl links wie rechts zu laufen vermag. Ebenso kann mit Hilfe des Oberbandes aus einem der Elevatoren *f* von jedem der vier Betriebe auf jeden beliebigen andern hinübergearbeitet und über eine beliebige der vier Verladestationen verladen werden.

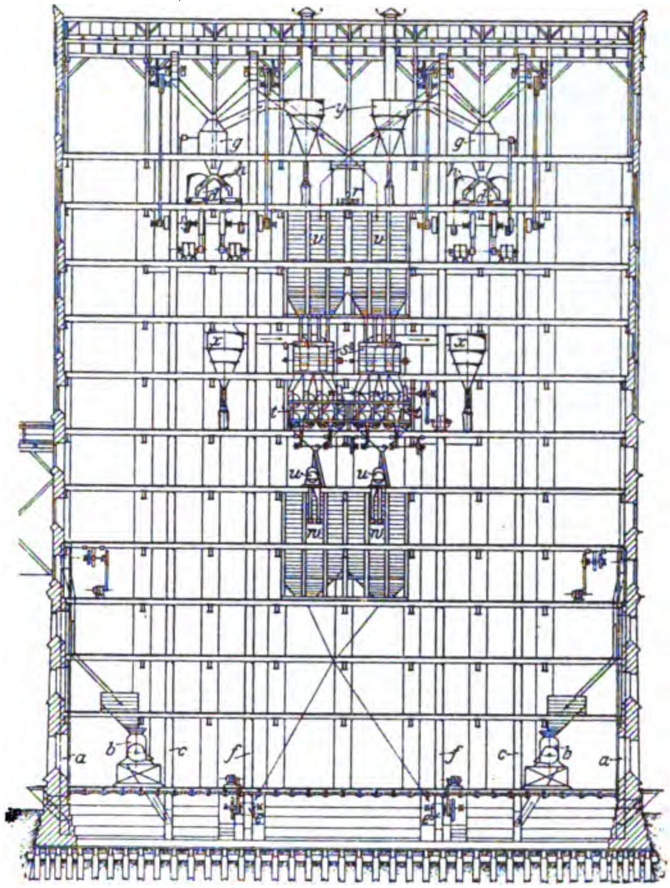


Abb. 710. Querschnitt durch die Reinigung.

Zur Verladung gesackten Getreides in Eisenbahnwagen ist unter den Wagen *i* je eine Reihe von zehn Sackrohren angebracht.

Die Reinigung ist für alle vier Betriebe gemeinsam im Mittelturm angeordnet; für Roggen oder Weizen einerseits und für Gerste oder Hafer anderseits sind je ein Aspirateur *s* mit Vorsieb und Feinsieb sowie acht Trieure *t* und ein Nachtrieur *u* (Abb. 709 und 710) aufgestellt. Zunächst

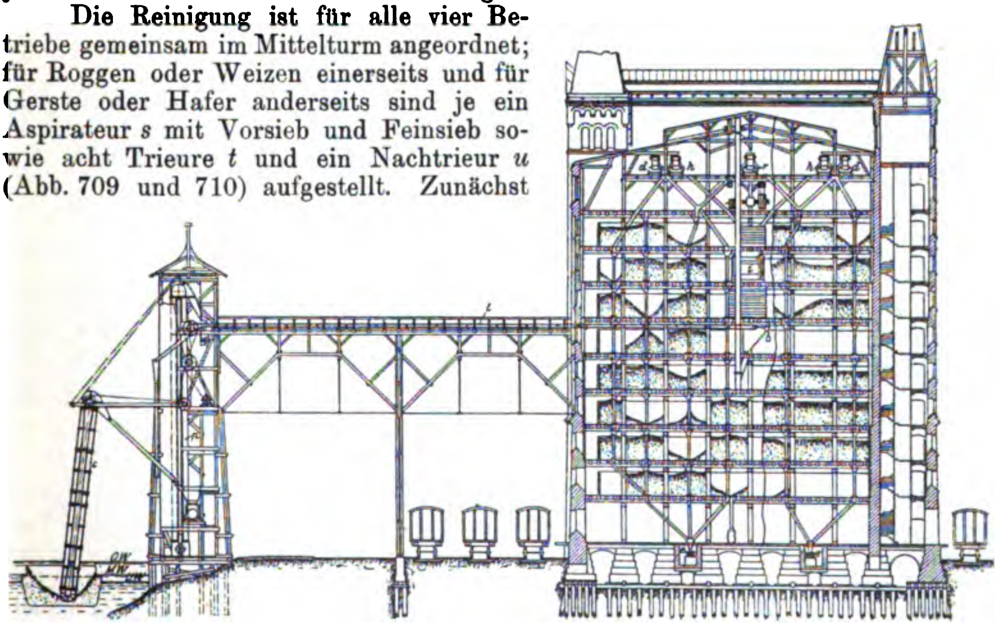


Abb. 712. Querschnitt durch den Bodenspeicher und den Schiffselevatorturm (*A*—*B* in Abb. 711).

wird von einer beliebigen Speicherstelle ein grösserer Posten der Frucht in einen der Vorbehälter *v* befördert. Von hier entnimmt ihn die Reinigungsanlage, um das gereinigte Korn in einen der Nachbehälter *w* abzuliefern. Die Aspirateure *g* und *s* blasen die Staubluft in Zyklone *x* und *y*, aus denen Staub, Kaff und sonstige Beimengungen abgesackt werden, während die Luft zum Dach hinaus entweicht. Gröbere Unreinigkeiten u. s. w. werden von den Reinigungsmaschinen selbst abgesackt.

Als Speicherleistungen sind angenommen: für die Einnahme an jeder Stelle 50 t/st, insgesamt also 200 t, für das Umstechen und die Verladung an jeder Stelle 75 t/st, insgesamt also 300 t/st; für die vorgeschriebenen Leistungen von 160 t Einnahme und 250 t Ausgabe verbleibt somit ein Ueberschuss von 25 bezw. 20 % an Zeit zum Umwechseln, Verholen u. s. w. Eine höhere Einnahme als 50 t/st aus Eisenbahnwagen ist wegen der Schwierigkeit des Heranschaffens der Wagen erfahrungsgemäss nicht gut möglich.

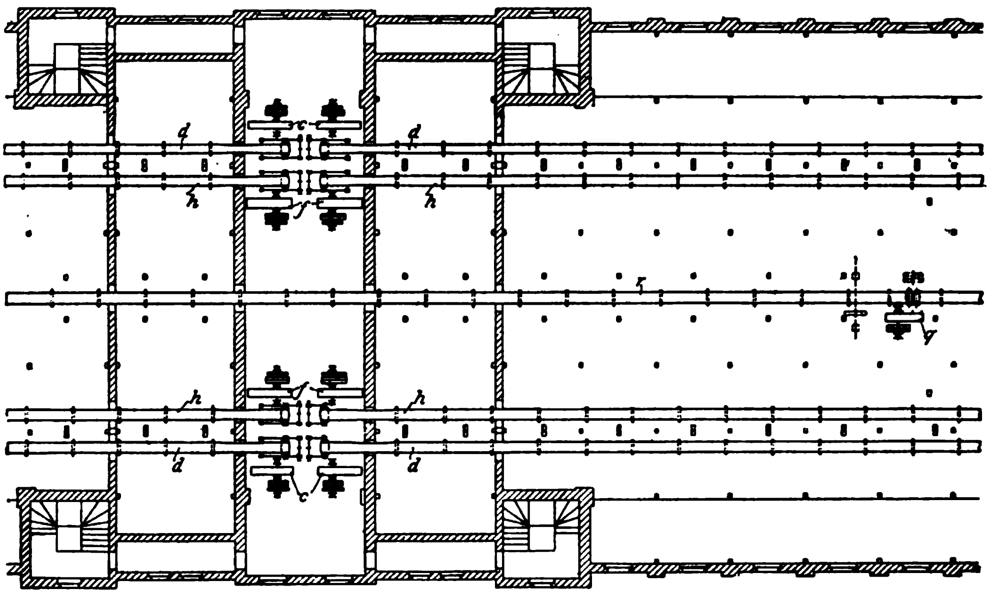


Abb. 713. Grundriss vom Dachboden.
Abb. 709—713. Getreidespeicher in Königsberg, gebaut von C. G. W. Kapler, A.-G., in Berlin.

Für die Mischung der verschiedenen Getreidesorten ist ebenfalls in ausreichendem Masse Sorge getragen. Die Hilfsmaschinen werden einzeln oder in Gruppen durch Elektromotoren (Siemens & Halske, A.-G., in Berlin) angetrieben.

Bezüglich der Kosten des Lagerhauses sei verwiesen auf Zahlentafel 74, S. 306; auf die ausgedehnten Feuersicherheitseinrichtungen war bereits eingegangen auf S. 257.

Technischer Beirat der Lagerhaus-Hafengesellschaft war der Direktor der Ostpreussischen Südbahn, C. Grosse in Königsberg. Die Bauleitung war dem Architekten Klette, die Ausführung des Baues in Generalunternehmung der Firma R. Sandmann in Königsberg übertragen. Der Bauleitung stand der Zivilingenieur Hagens in Königsberg beratend zur Seite.

Flusshäfen.

Wie bereits erwähnt, haben die Flusshäfen namentlich in Deutschland in den letzten Jahrzehnten einen ausserordentlichen Aufschwung genommen. Insbesondere am Rhein und Main ist die immer weiterdringende Erkenntnis von der Wichtigkeit guter Wasserstrassen am deutlichsten hervorgetreten. Das Bestreben, die billige Wasserfracht möglichst weit ins Innere des Landes hinein ausnutzen zu können, wird von der Regierung, den Stadtvertretungen und Privaten

lebhaft unterstützt und hat zur durchgreifenden Verbesserung der Flussläufe und zur Herstellung von Hafen- und Kaibauten mit allen für eine leichte Aus- und Einladung erforderlichen Einrichtungen geführt. Hierdurch hat auch der Bau der Flussschiffe eine Umgestaltung erfahren; es gibt gegenwärtig z. B. in Mannheim eiserne Getreideschiffe von 1400 t Inhalt und mehr, während vor wenigen Jahren die grössten Boote am Rhein nur 800 t befördern konnten. Heute fahren sie nach einer kleinen Leichterung in Mainz oder Mannheim bezw. Ludwigshafen mit dieser Ladung und einem Tiefgang bis zu 1,5 m bei günstigem Wasserstande bis gegen Karlsruhe und Strassburg hinauf. Strassburg hat sehr schöne von Gebr. Weismüller in Frankfurt a. M. - Bockenheim bezw. von Unruh & Liebig in Leipzig gebaute Getreidespeicher neuesten Datums.

So dringt auf diesem Wege das von Nordamerika, von Argentinien sowie von Russland kommende Getreide über Rotterdam bis nach diesen Nachbargebieten der Schweiz. Die Schweiz bekommt so das Getreide billiger aus Russland und Amerika als aus dem benachbarten Oesterreich-Ungarn.

Eine Folge dieses steigenden Verkehrs war die Anlage grosser, mit maschinellen Einrichtungen für die Förderung, Reinigung und Lagerung des Getreides versehenen Speicher in Köln, Duisburg, Ruhrort, Uerdingen, Düsseldorf, Bingen, Mainz, Frankfurt a. M., Worms, Mannheim, Ludwigshafen, Karlsruhe und Strassburg.

In Köln ist von G. Luther vor Jahren für die Kölner Lagerhaus-Gesellschaft ein sehr interessanter Bau ausgeführt worden. Ein 85 m vom Kai entferntes vorhandenes Gebäude wurde in einen 6000 t fassenden Speicher umgewandelt und mit dem Schiffselevator durch ein im ganzen 2 × 107 m langes 40 t/st-Förderband verbunden. Das Getreide überschreitet dabei eine Promenade, ein Strassenbahngleis, fünf Eisenbahngleise, die Stadtmauer, eine öffentliche Strasse und geht, ehe es seinen Besimmungsort erreicht, noch durch ein Privathaus.

Das von der Peniger Maschinenfabrik und Eisengiesserei, A.-G., Abt. Unruh & Liebig in Leipzig, entworfene und gebaute, erst 1899 dem Betrieb übergebene, um 60 m noch stromabwärts erweiterbare Lagerhaus der Waren-Kredit-Anstalt in Cöln [33] ist leider bereits im Jahre 1901 ein Raub der Flammen geworden. Es besass eine Lagerfähigkeit von 2000 t.

In Duisburg a. Rh. ist der grösste Teil der Hafenanlagen in städtischem Besitz und wird durch ein eignes Hafenamt verwaltet. Im Jahre 1894 betrug der Getreideverkehr 350 000 t; d. h. derselbe wurde in der Hauptsache von sieben grossen Firmen bewältigt, die im Besitz von Lagerhäusern mit Schiffs- und fahrenden Bahnelevatoren, zum Teil auch von sehr leistungsfähigen Mühlen sind (genannt seien Rosiny & Co., Lenkhering & Co., Gebr. Heuser). Namentlich die jetzt in den Besitz der Firma G. Luther in Braunschweig übergegangene Fabrik von Gebr. Seck in Darmstadt hat in den neunziger Jahren hier viel in dieser Richtung gewirkt.

Am andern Ufer der Ruhr liegt — mit Duisburg durch eine elektrische Bahn verbunden — die bedeutende Industriestadt Ruhrort [34] an einem der grössten Flusshäfen Europas, an dem jedoch mehr Kohle als Getreide umgeladen wird (vgl. Kipper, S. 132). Die dortigen Getreidespeicher sind meist ältere, zum Teil nicht einmal mit mechanischen Einrichtungen versehene Schüttbodenspeicher. Bedeutender sind die zum Teil als Bodenspeicher, teils auch als Silos ausgeführten Lagerhäuser in Uerdingen a. Rh., doch bieten auch diese nichts besonders Erwähnenswertes. Hingegen bietet der Getreidespeicher der Düsseldorfer Lagerhaus-Gesellschaft manches Beachtenswerte, welches in der im Jahre 1896 anlässlich der Hafeneröffnungsfeier herausgegebenen Festschrift „Der neue Rheinhafen zu Düsseldorf“ (S. 60 u. f.) niedergelegt ist.

Bingen besitzt eine im Jahre 1900 von Nagel & Kaemp in Hamburg gebaute Bodenspeicheranlage mit 4000 t Aufnahmefähigkeit. Die maschinelle Einrichtung hat eine stündliche Leistungsfähigkeit von 80 t und besteht aus Elevatoren, Bändern, Reinigungsmaschinen, einer Fahrstuhlanlage von 1000 kg Tragkraft u. s. w. Der Ausladeelevator ist mit einer Aufhängeanordnung, System

Nagel & Kaemp, versehen, und der Ausleger ist unmittelbar am Gebäude befestigt, so dass der Kai frei bleibt und die Krane auf dem Ufergleis an den Elevator vorbeifahren können. Der mit Drehstrom betriebene Ausladeelevator hat eine Leistungsfähigkeit von 80 t/st und 17 m Ausladung.

In Mainz [35] haben die Gebr. Seck (damaliger Oberingenieur Pahlke) einen seit 1894 in Betrieb genommenen Getreidespeicher gebaut [36]. Das Gebäude besteht aus einem Mittelbau für Silos und einem Flügelbau für Schüttböden; ein symmetrischer Flügel mit vier Schüttböden ist als Vergrösserung in Aussicht genommen.

Die Silos mit einem quadratischen Querschnitt von 3,5 m Seitenlänge sind in Mauerkonstruktion mit 7 cm Wandstärke und Eisenversteifungen ausgeführt und mit eisernen Ablasstrichtern versehen. Das gegen das Dachgebälk offene oberste Geschoss hat Asphaltboden, um ein Weitergreifen eines Brandes in die unteren Stockwerke möglichst zu verhindern. Das ganze Gebäude ist unterkellert; die Keller sind sehr sorgfältig eingewölbt und mit Vorraum und Ausladekranen versehen.

Das Lagerhaus hat einen 15 m ausladenden Schiffselevator, der, an einem einarmigen Hebelarm hängend, sich an die Mauer vollkommen anlegen kann. Derselbe fördert 50 t/st, arbeitet aber nur dann mit voller Leistung, wenn er fast senkrecht steht. Vom Schiffselevator geht das Getreide über ein 60 cm breites Gummiband zu einer selbsttätigen, bei 400 kg ausleerenden Wage, wo es für den Umschlag abgesackt wird, oder läuft in die Gosse eines Innenelevators, der es hochhebt und mittels Band auf Lager bringt; Abwurfwagen und Verbindungsrohre ermöglichen die Lagerung an gewünschter Stelle. In jedem Falle wird das Getreide sofort nach der Entnahme aus dem Schiff gewogen, weil sowohl die Schiffer als die Zollbehörden dieses verlangen.

Für die Zwecke des Umstechens, Mischens u. s. w. ist das Lagerhaus mit Innenelevatoren, Förderbändern u. s. w. versehen. Die Verladung vom Lager zu Schiff geschieht durch ein Teleskopabfallrohr; vor jedesmaligem Ausgang wird natürlich das Gewicht festgestellt. Das Lagerhaus besitzt eine vollständige Putzerei, die auch für Gerste und Hafer eingerichtet ist.

Für den Betrieb der 120000 ℳ kostenden mechanischen Einrichtung sind zwei Gasmaschinen zu je 40 PS. aufgestellt, wovon eine als Aushilfe dient.

Zwischen dem Lagerhause und den Kaimauern liegen Eisenbahngleise für die Waggons und Krane. Alle ausser dem neuen Lagerhause befindlichen maschinellen Einrichtungen, wie die Krane, die Spille zum Drehen und Verschieben der Waggons sowie zum Verstellen der Schiffe u. s. w., werden hydraulisch betrieben. Zur Erzeugung des Presswassers wirken zwei von C. Hoppe in Berlin gelieferte Dampfmaschinen mit zusammen 80 PS.; dieselben liefern auch den Strom für die elektrische Beleuchtung.

Frankfurt a. M. hat auf die Ausbildung seiner Hafenanlagen stets das grösste Gewicht gelegt. Sehr bemerkenswerte Anlagen sind in Verbindung mit den Mainregulierungsarbeiten mit einem Kostenaufwand von mehr als 4000000 ℳ geschaffen [37].

Mit der Zunahme des Hafenverkehrs in Frankfurt a. M. war auch die Inanspruchnahme des alten, am Ufer gelegenen Lagerhauses (Abb. 714) stark gestiegen. Während im Jahre 1887/88 der Gesamtverkehr in diesem Lagerhaus nur 54000 t betragen hatte, erreichte er im Jahre 1890/91 100000 t, im Jahre 1893/94 118400 t und im Jahre 1896/97 190600 t. Gleichzeitig war auch die grösste Lagerbestandziffer von 7850 t im Jahre 1887/88 auf 17000 t im Jahre 1896/97 angewachsen. An dieser Verkehrssteigerung war hauptsächlich der Getreideverkehr beteiligt; die Einlagerung von Getreide, die im Jahre 1887/88 nur 19600 t betragen hatte, war im Jahre 1896/97 auf 56900 t gestiegen. Zur Aufnahme dieser grossen Massen erwiesen sich die Räume des alten Lagerhauses als unzureichend. Man behalf sich zunächst durch Errichtung provisorischer Notschuppen, musste aber ausserdem zeitweise noch die Werfthalle entgegen ihrer eigentlichen Bestimmung für den Getreideverkehr heranziehen.

Neben dem Mangel an Lagerräumen machte sich auch das Fehlen aus-

reichender Ausladevorrichtungen fühlbar. Die zwei vorhandenen Elevatoren konnten einen stärkeren Getreideumschlag nicht bewältigen, man musste daher öfters das Ausladen auch mit Hand- und Kranarbeit bewerkstelligen, was nicht nur teuer und langwierig war, sondern auch die Krane dem übrigen Verkehr entzog. Auf diese Weise nahm der Getreideverkehr häufig fast den ganzen Hafen und einen grossen Teil aller Entladeeinrichtungen für sich in Anspruch, so dass das Löschen und Lagern andrer Güter darunter zu leiden hatte und die Behandlung der sich ansammelnden Schiffsfahrzeuge Schwierigkeiten machte.

Unter diesen Umständen entschloss man sich, ein neues Lagerhaus zu erbauen, welches ausschliesslich für den Getreideverkehr dienen und grössere Abmessungen erhalten sollte, und in Verbindung mit diesem ausreichende Einrichtungen zum Entladen der Schiffe und zum Behandeln des Getreides neu vorzusehen.

Das neue Silogebäude (Abb. 714 bis 720) liegt 85 m vom Ufer entfernt. Das durch den Schiffselevator (Abb. 714 und 716) gehobene Getreide wird durch ein auf einer Brücke (Abb. 714) gelagertes Transportband nach dem Maschinenraum des Silos geführt.

Der neue Schiffselevator ist an das westliche Ende des alten Lagerhauses angebaut. Wegen der geringen Entfernung von dem vorhandenen Elevator hat er eine solche Ausladung erhalten, dass er über ein direkt am Kai liegendes und vom Elevator des alten Lagerhauses zu bedienendes Schiff hinweg in eine zweite Schiffsreihe eintauchen kann. Wenn hierdurch auch der Elevator grösser und schwerer geworden ist, so wurde bei dieser Anordnung aber auch die Länge der Kaimauer besser ausgenutzt, was bei den beschränkten Raumverhältnissen im Hafen von grossem Werte war.

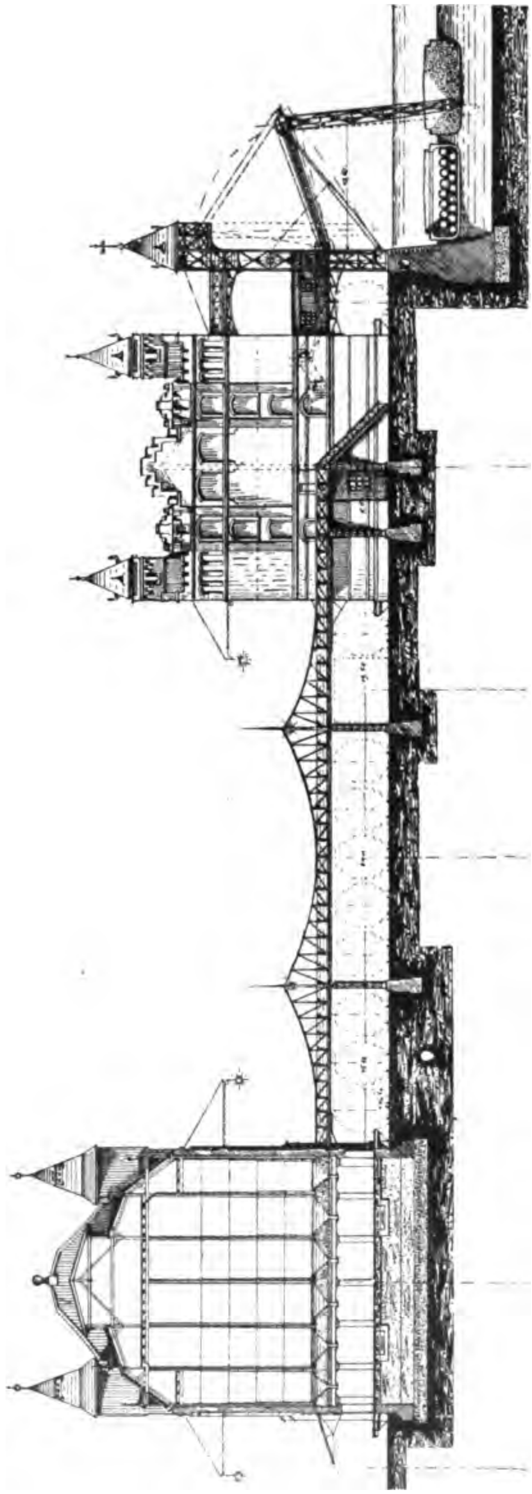


Abb. 714. Getreidespeicher zu Frankfurt a. M.

Der Silospeicher besteht aus dem eigentlichen Hauptbau und einem Anbau für die Verwaltungsräume. Der Hauptbau ist 95,40 m lang, 24,77 m breit und 29,50 m hoch; er wird durch Brandmauern in vier Teile geteilt, von denen drei den eigentlichen Speicher bilden, der vierte und kleinere Teil die Maschinenräume aufnimmt.

In den drei Speicherabteilungen liegt unten in Höhe des Erdgeschosses der 4,15 m hohe durchgehende Absackraum, an dessen Decke die Ausläufe der einzelnen Silozellen sichtbar sind (Abb. 717 und 718). Diese liegen darüber in sechs

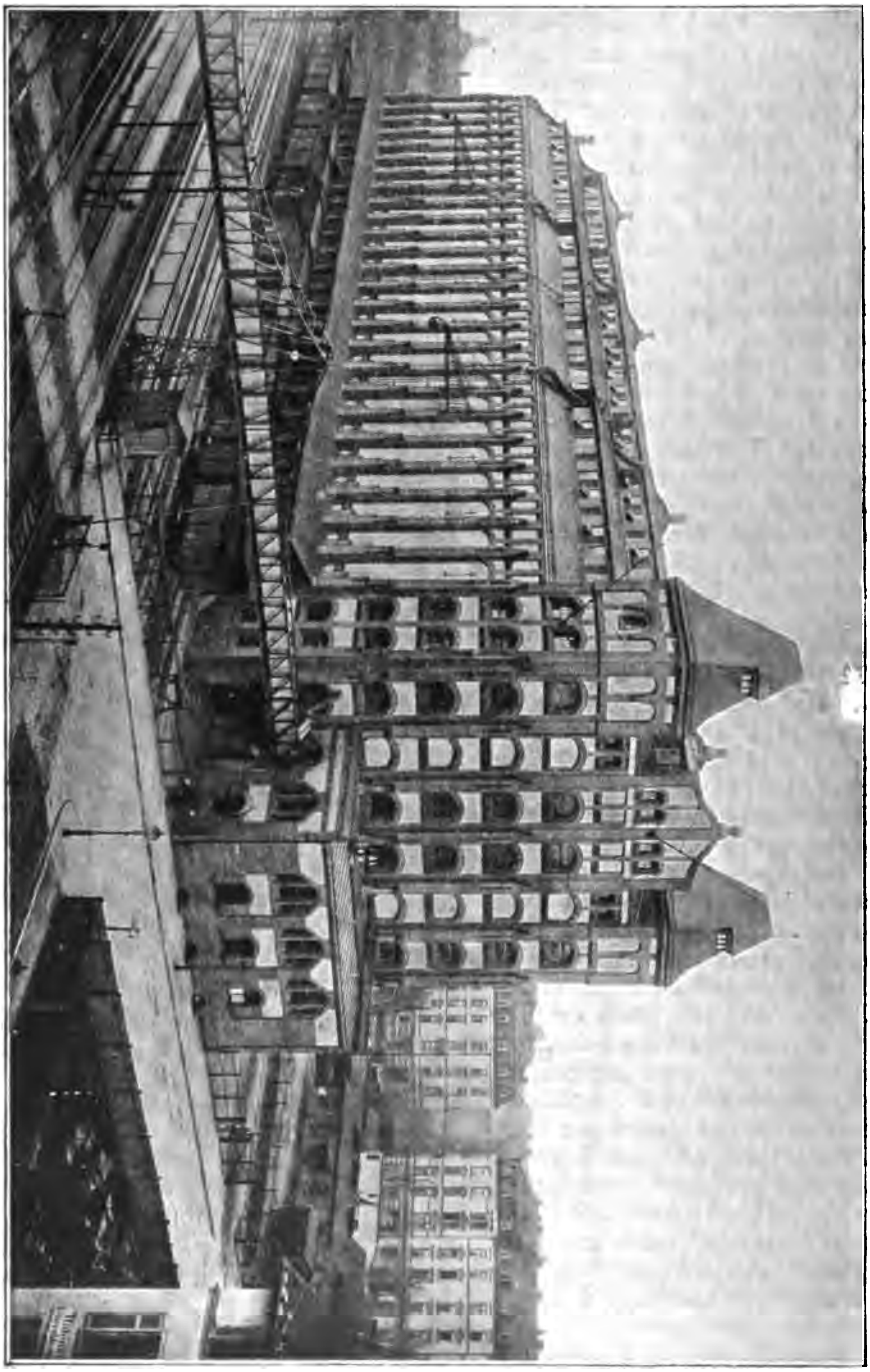


Abb. 715—720. Getreidesilo in Frankfurt a. M. mit Ueberführungsbrücke, gebaut von Gebr. Weismüller und Simon, Bühler & Baumann in Frankfurt a. M.

parallelen Reihen. Die Höhe der Zellen beträgt bei den vier Mittelreihen 15,50 m und bei den beiden äusseren Reihen 13,00 m; hierzu kommt bei allen Zellen noch die Höhe der Trichter mit 1,40 m. Der Fassungsraum der einzelnen Zellen wechselt zwischen 45 und 160 t. Im ganzen sind 204 Zellen vorhanden, in denen rund 20000 t eingelagert werden können.

Die Gründung des Silos, die bei dem vorhandenen guten Baugrund keine Schwierigkeiten machte, besteht im wesentlichen aus einer 1,25 m starken eisenarmierten Betonplatte, auf welche sich trapezförmige, in der Breite des Gebäudes



Abb. 716. Schiffselevator des Getreidesilos in Frankfurt a. M.

durchgehende Betonkörper stützen, auf denen die aus Mauerwerk hergestellten Pfeilerfundamente stehen. Der zugleich die Decke des Absackraumes bildende Unterbau der Silozellen ist ebenfalls in Eisenbeton hergestellt. Auf den Trichterrändern

erheben sich auf 15 cm hohen Schwellen aufgelagert die hölzernen Zellenwände, die nach dem Packsystem (Abb. 656 und 721) so stark ausgebildet sind, dass eiserne Anker nicht vorgesehen zu werden brauchten. Die Breite der durchweg 5 cm starken Fichtenholzbohlen beträgt unten 22 cm und nimmt nach oben um je 2 cm bis zum Mindestmass von 10 cm ab. Zum Schutze gegen Wurmfrass und zur Verzögerung der Entflammung ist alles mit dem Getreide in Berührung kommende Holz mit schwefelsaurer Tonerde getränkt. Die Packwände können sich unabhängig vom Mauerwerk setzen. In den Ecken der Schächte stehen die Tragpfosten des Einschüttbodens bezw. des Daches; auch sie haben keine feste Verbindung mit den Caissonwänden.

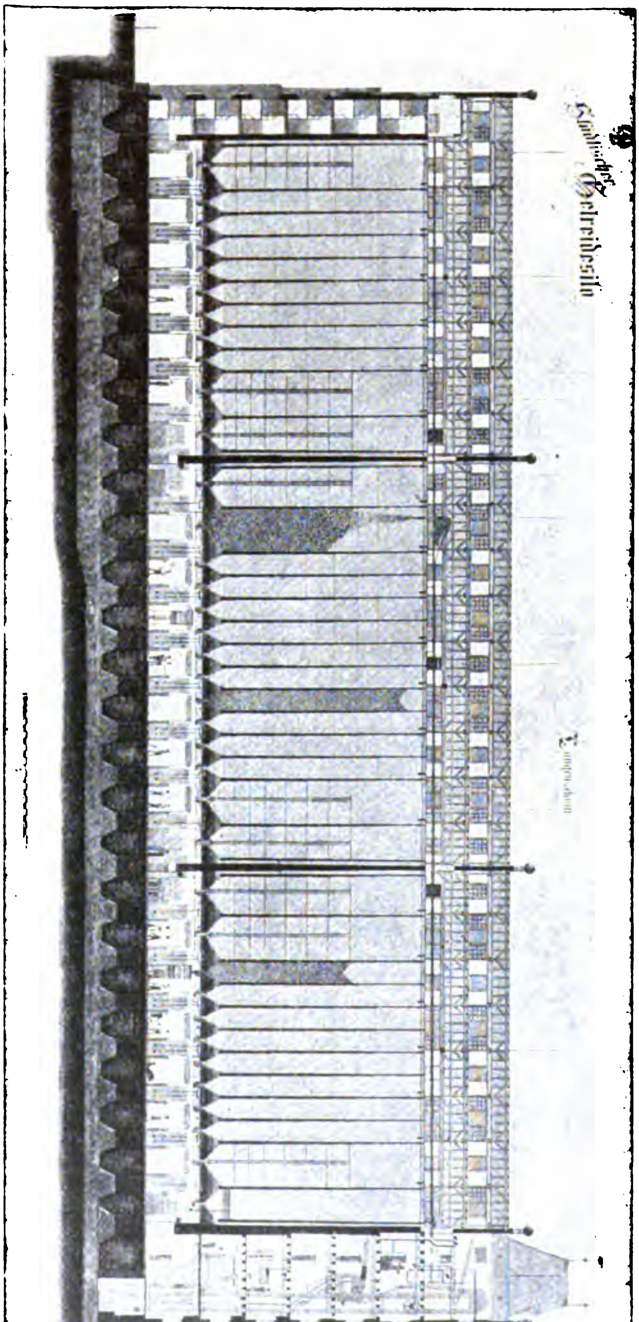


Abb. 717. Längenschnitt durch den Speicher (Frankfurt a. M.).

Der feuersichere Abschluss der Brandmauer ist durch eiserne Doppeltüren angestrebt; bei einem Feuer können die Gurtförderer durch bereithängende Messer durchschnitten werden. Feuerleiter, Signalvorrichtungen, Hydranten mit sechs angeschraubten Schläuchen, Feuertelegraphenleitungen u. s. w. vervollständigen die Sicherheitseinrichtungen.

Das Maschinenhaus (Abb. 717 und 720) besitzt ein Erdgeschoss mit 4,3 m Höhe und darüber sechs Stockwerke von je 3,5 m Höhe.

Zur Beförderung von Getreide aus einem Schiff in den neuen Speicher hebt der Schiffselevator das Korn zunächst auf einen Gurtförderer im alten Lagerhaus, der es durch ein Abfallrohr nach aussen auf das Brückenhaus befördert. Im Maschinenhaus wird es dem Eingangselevator zugeführt, der es einer selbsttätigen Wage (Reuther & Reisert

in Hennef a. Sieg) im zweiten Stockwerke zuträgt. Von dort kann die Frucht den zwei grossen Hauselevatoren zugeleitet werden, welche sie auf das im Dach untergebrachte Querband heben. Letzteres ist mit seinen zwei Strängen nach beiden Richtungen hin benutzbar, so dass die beiden Hauselevatoren gleichzeitig nach beiden Seiten arbeiten können. Das Quertransportband fördert das Korn nach den zwei aus Gummibaumwolltuch bestehenden, 0,7 m breiten und etwa 240 m langen, durch Dachboden und Erdgeschoss verlegten Haupttransportbändern. Je ein auf Schienen fahrbarer Abwurfwagen besorgt mit festen und versetzbaren Schüttröhren den Einwurf des Gutes von diesen Bändern in die Zellen. Im Erdgeschoss dienen diese Gurtförderer zum Entleeren der Zellen, zum Umstechen u. s. w. Wenn Getreide gereinigt werden soll, so wird es auf demselben Wege nach dem Dachgeschoss des Maschinenhauses befördert. Dort fällt es aber nicht auf die Quertransportbänder, sondern mittels besonderer Schüttrohre in die Reinigungsmaschinen, welche im fünften Stock stehen. Ein besonderer Elevator hebt die gereinigte Frucht wieder in das Dachgeschoss auf die Quertransportbänder. Die Reinigungsmaschinen (Monitor-Separator-System) bestehen aus Putzmühlen mit Sortiersieben. Es sind zwei Apparate vorhanden.

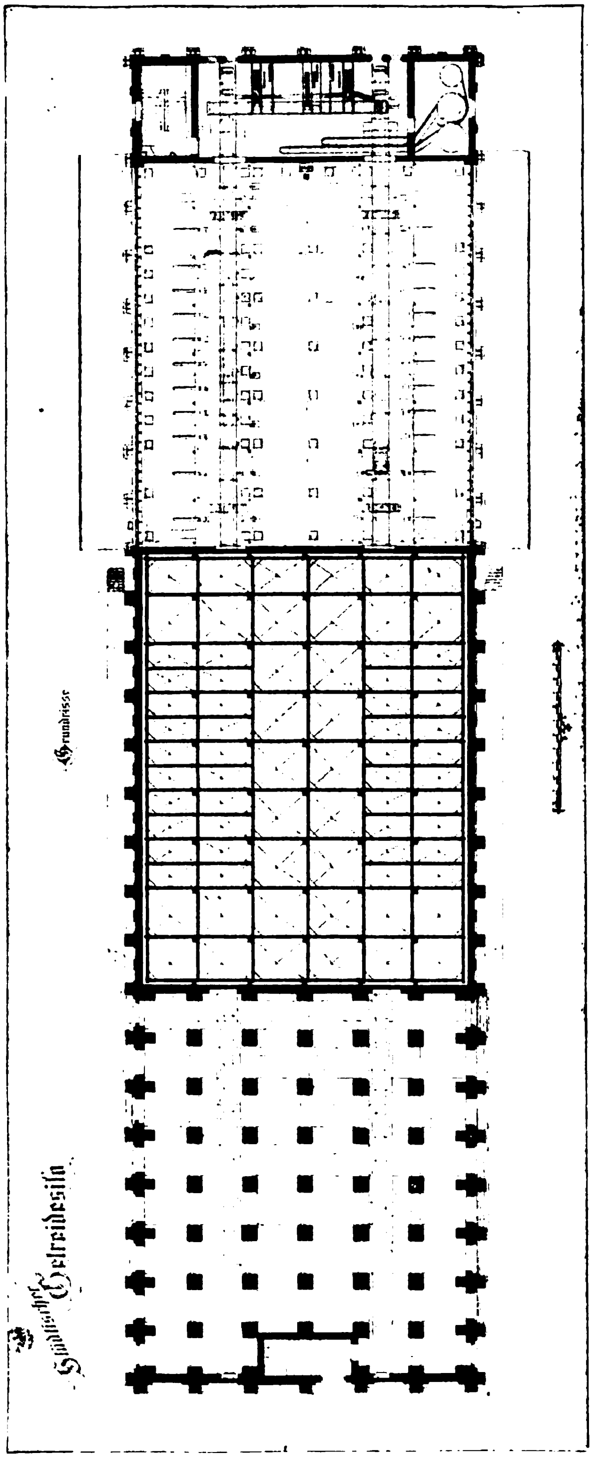


Abb. 718. Grundrissschnitte.

Mit den maschinellen Einrichtungen kann auch Getreide aus dem Silo nach dem am Hafen liegenden alten Lagerhaus, dem Schüttbodenspeicher, befördert werden. Das Getreide läuft dann von den Hauselevatoren über eine besondere Wage im fünften Stockwerk (die Ausgangswage) auf das Band der Transportbrücke, und zwar auf den nach dem Bodenspeicher sich bewegenden unteren Teil desselben, so dass auch dieses Band gleichzeitig zur Beförderung nach dem Silo und vom Silo nach dem alten

Lagerhaus benutzt werden kann. Im Bodenspeicher wird das Getreide durch einen an der westlichen Giebelwand stehenden Elevator auf die Längsbänder dieses Gebäudes gebracht, die es dort beliebig verteilen.

Mittels dieses Elevators kann Getreide auch nach dem Vorbau des Uferelevators gebracht und dort durch ein Fallrohr wieder ins Schiff verladen werden (Abb. 714 und 716).

Von der Ausgangswage kann das Getreide auch wieder den Hauselevatoren zugeführt werden, so dass mittels dieser Wage auch Getreide, das im Silo

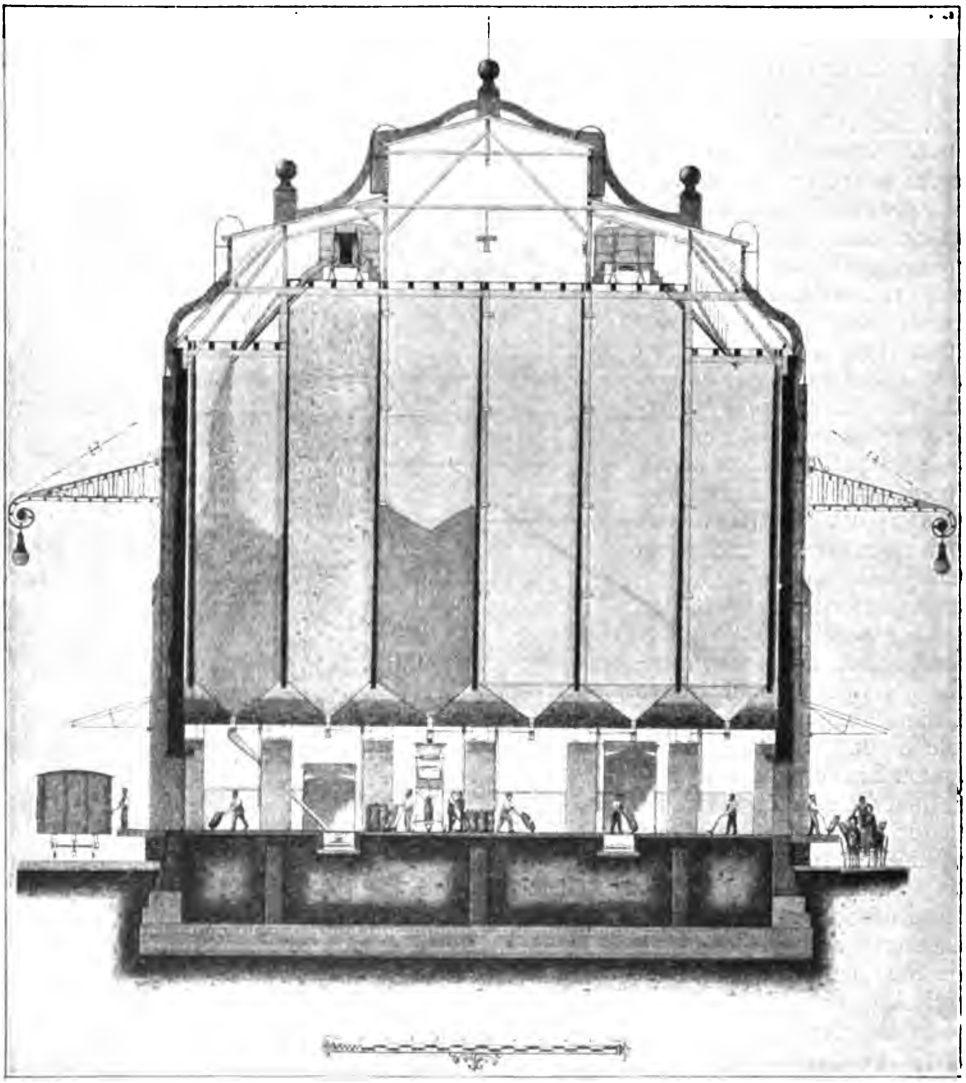


Abb. 719. Querschnitt durch das Silogebäude (Frankfurt a. M.).

bleiben soll, maschinell verwogen werden kann. Die Wage ist ebenfalls automatisch wirkend und derartig eingerichtet, dass sie nach Durchlauf einer bestimmten Gewichtsmenge, die sich vorher beliebig einstellen lässt, selbsttätig zum Stillstand kommen kann.

Die Entnahme von Getreide aus den Zellen zum Weitertransport in Säcken mit der Bahn oder Landfuhrwerk erfolgt im Absackraum. Unter den Trichterauslauf wird einer der fahrbaren Absackwagen gestellt, die je 100 kg automatisch abwiegen und in untergehaltene Säcke einschütten.

Zum Abkühlen von warmgewordenem Getreide bestehen, abgesehen von dem Umstechen, noch besondere Einrichtungen. In der ersten Querreihe neben dem Maschinenanbau sind acht Zellen als sogenannte „Krankenzellen" ausgebildet, in denen mittels starker Gebläse Luft von unten nach oben durchgeblasen werden kann. Die Wände dieser Zellen sind durch Verkleidung mit Zinkblech vollständig dicht gemacht.

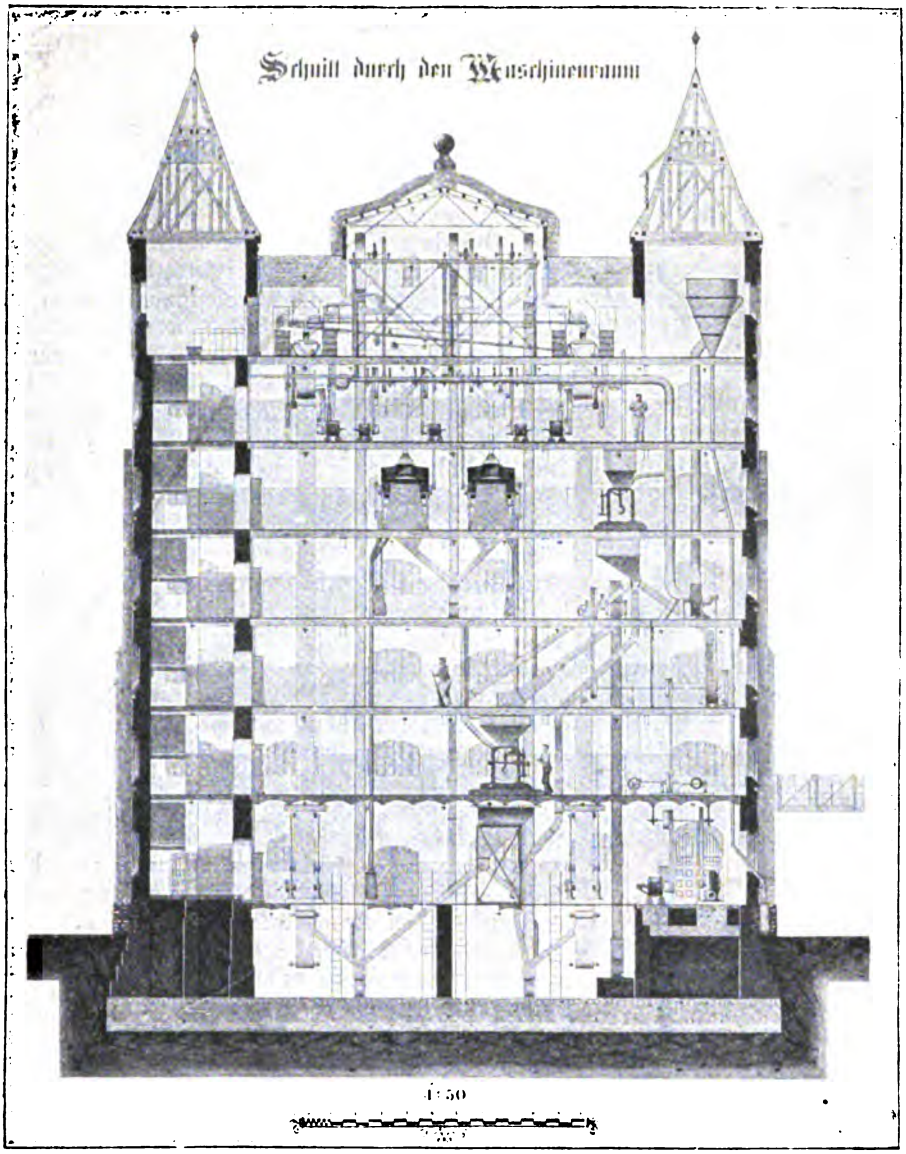
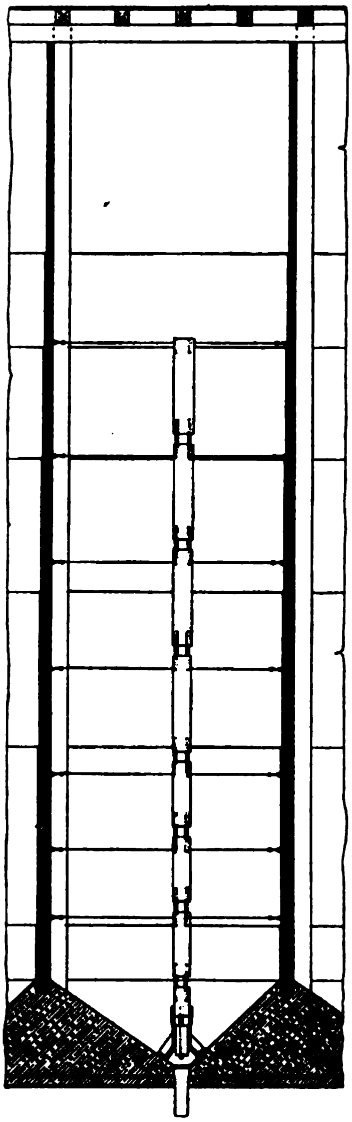


Abb. 720. Querschnitt durch den Stockwerksbau (Frankfurt a. M.).

Bei dem Transport des Getreides, namentlich beim Abwerfen desselben auf die Bänder, ist die Bildung von Staub unvermeidlich. Es sind daher alle Abwurfstellen mit einer Haube überdeckt und durch ein Blechrohrsystem mit einem Exhaustor in Verbindung gebracht. Dieser saugt den Staub an und drückt ihn nach den im südlichen Turm untergebrachten drei Staubsammlern (Zyklonen), von denen die ausgeschiedenen Stoffe in Röhren nach unten in Säcke fallen. Ebenso wird der Staub aus den Reinigungsmaschinen sofort in Säcke gefüllt.

Zum Antrieb der Maschinen dienen eine Reihe Elektromotoren mit einphasigem Wechselstrom. Der Arbeitsbedarf stellt sich für den Schiffselevator und das Transportband im alten Lagerhaus auf 30 PS., für das Brückenband, den Eingangselevator und den Exhaustor auf 22 PS., für sämtliche Bänder im Silo auf 40 PS., für die Reinigungsmaschinen nebst zugehörigem Elevator auf 30 PS., für die Gebläsemaschinen der Krankenzellen auf 30 PS. und für den Elevator im Bodenspeicher auf 10 PS. Der gesamte Energiebedarf beträgt daher bei gleichzeitigem Arbeiten sämtlicher Einrichtungen etwa 200 PS. Die Maschinenanlage ist imstande, stündlich 90—100 t, entsprechend 800—1000 Sack, Getreide zu befördern und zu behandeln. Da aber zwei verschiedene Transportwege ohne gegenseitige Störung nebeneinander zurückgelegt werden können, so leistet die Maschinenanlage tatsächlich mehr als die angegebene Menge.


Abb. 721. Miersch-Entleerungsrohr der Silozellen.

Bei dem Entleeren der Zellen hat sich, wie bereits erwähnt war, der Missstand herausgestellt, dass das Getreide nicht gleichmässig nach unten aus der Zelle abfliesst, sondern dass sich zuerst die schweren Körner durchdrücken, während das leichtere Material und der Staub zurückbleiben. Im Verlaufe des Versackens treten somit aus einer Zelle verschiedene Qualitäten heraus, die dem Durchschnittsmuster, nach dem der Inhalt verkauft wird, nicht entsprechen. Man hat sich daher nachträglich entschlossen, in die Zellen besondere Entleerungsrohre einzubauen, welche die Frucht schichtenweise von oben nach unten abheben und somit das Entmischen desselben verhindern.[1]) Die Einrichtung (Abb. 721) besteht aus einem in der Mitte der Zelle freistehenden und nur durch Drähte verspannten Rohre, das in bestimmten Abständen unterbrochen ist. Jede der ringförmigen Oeffnungen bringt das darüber lagernde Getreide zum Abfluss, und zwar in der Reihenfolge von oben nach unten, wobei die darunter liegenden Oeffnungen durch den Druck des im Rohre fliessenden Getreides so lange verschlossen bleiben, bis die nächstobere Oeffnung mit dem anschliessenden Rohrstück frei gelaufen.

An der Hafenstrasse liegt der schmalere, nur zwei Stockwerke hohe Vorbau für die Verwaltungsräume (Abb. 717, S. 298). Im Erdgeschoss befinden sich die Bureaus, im Kellergeschoss die Aufenthaltsräume für die Arbeiter, während das Obergeschoss für Magazinzwecke reserviert ist.

Die Massen von Baumaterialien, die zu dem grossen Bau nötig waren, sind keine geringen. Der Erdaushub betrug 9170 cbm. An Beton wurden 7594 cbm (5153 für die Fundamente und 2541 cbm für die Zellentrichter) hergestellt, an Mauerwerk 8149 cbm, und zwar 1104 cbm für die Fundamente, 991 cbm für die Pfeiler und 6054 cbm für das aufgehende Mauerwerk. Das Gewicht des eingebauten Eisens für Träger, Flacheisen und Formeisen beläuft sich auf 513 500 kg. Das Verbandholz für die Balkenlagen und Dächer hat eine Gesamtlänge von 16 123 m

[1]) D.R.P. Kl. 81, Nr. 138 879 und 138 880; vgl. auch Abb. 692—697 sowie Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 511.

und einen Inhalt von 450 cbm. Die Bohlen für die Zellenwände nehmen einen Raum von 3409 cbm ein und würden, der Länge nach aneinander gereiht, eine Strecke von 415 350 m belegen. Zur Befestigung der Bohlen dienten 2 550 000 Nägel im Gesamtgewicht von rund 30 000 kg.

Die Baukosten betrugen für:

Grunderwerb	181 000 *M.*	Entleerungsrohre	61 500 *M.*
Gebäude	1 052 800 *M.*	Silohof	33 500 *M.*
maschinelle Einrichtungen	221 400 *M.*	Gleisanlagen	77 900 *M.*
Transportbrücke	20 000 *M.*		

Die Gesamtkosten betrugen daher 1 648 000 *M.*; für einen Sack des Fassungsraumes ergibt sich ein Anteil von 8,37 *M.* der Anlagekosten.

Mit dem Bau wurde am 1. März 1900 begonnen; schon am 1. September 1901 konnte der Silo dem Betrieb übergeben werden; er hat also eine Bauzeit von nur $1^1/_2$ Jahren in Anspruch genommen. Die Ausführung der Anlage und

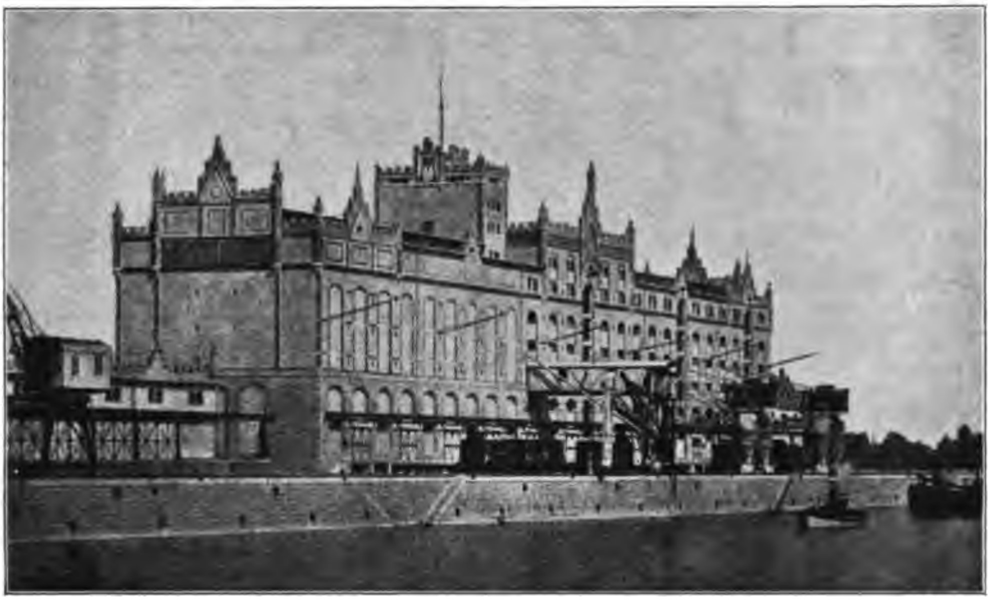


Abb. 722. Getreidespeicher am Sporeninselhafen in Strassburg, gebaut von Ott und Unruh & Liebig in Leipzig.

die Bearbeitung der Einzelheiten ist unter der Oberleitung des Herrn Stadtrats Kölle durch die Herren Bauinspektoren Uhlfelder und Bender bewerkstelligt worden. An den Vorarbeiten hat einen hervorragenden Anteil der frühere Stadtbaurat im Tiefbauamt zu Frankfurt a. M., Riese (zurzeit Direktor von Philipp Holzmann daselbst).

Die Anlage des Silospeichers, dessen Betrieb durch die städtische Hafen- und Lagerhausverwaltung in Regie ausgeübt wird, hat nach den bisherigen Erfahrungen den gehegten Erwartungen in jeder Hinsicht entsprochen [38].

Ueber den schönen Speicher zu Worms s. Bodenspeicher, S. 256, und [39] sowie Zahlentafel 75, S. 314.

Im Gegensatz zu Duisburg und Ruhrort sind Mannheim und Ludwigshafen das südliche Getreidezentrum am Rhein. Zahlreiche Speicher von Jelmoli & Blatt und G. Luther [7], Nagel & Kaemp, Unruh & Liebig und andern Firmen sind in den letzten Jahren dort gebaut, sowohl für die Grossherzoglichen Badischen Staatsbahnen als auch für die Pfälzer Bahnen, für die Pfälzische Bank und viele Privatfirmen.

Mannheim ist unbestritten der grösste Weizenhandelsplatz in Deutschland, es ist aber auch im Getreideverkehr überhaupt nach Berlin und den Ostsee-

plätzen der bedeutendste Umschlagplatz [40]. Während noch 1873—1882 nur 110000 t im Durchschnitt des Jahres an Getreide zu Wasser und mit der Bahn angefahren wurden, erhöhte sich diese Zufuhr bereits in dem Jahrfünft 1883/87 auf 284000 t, in dem weiteren Jahrfünft 1888/92 auf 341080 t, 1891 aber auf 553000 t. Mit andern Worten: in den letzten 20 Jahren hat sich die Einfuhr in Getreide allein in Mannheim verfünffacht. Vgl. a. [41].

Der gewaltige Umschlag spielt sich fast ausschliesslich in den grossen Hafenbassins ab, welche zu beiden Seiten des Güterbahnhofes die von dem Neckar und Rhein gebildete Halbinsel durchziehen.

Der vom Eisenwerk (vorm. Nagel & Kaemp) in Hamburg für die badischen Staatseisenbahnen am Mühlauhafen in Mannheim gebaute Getreidespeicher ist so eingerichtet, dass zu gleicher Zeit 100 t Getreide stündlich empfangen, verwogen, gereinigt und gelagert, weitere 100 t umgestochen und 72 t verwogen, abgesackt und verladen werden können. Näheres s. [42]; vgl. a. Elevator (Becherwerk).

Ueber die von Gebr. Weismüller in Frankfurt a. M. am Metzgertorhafen zu Strassburg erbauten Getreidespeicher s. T. H., II, S. 183; zu Anfang

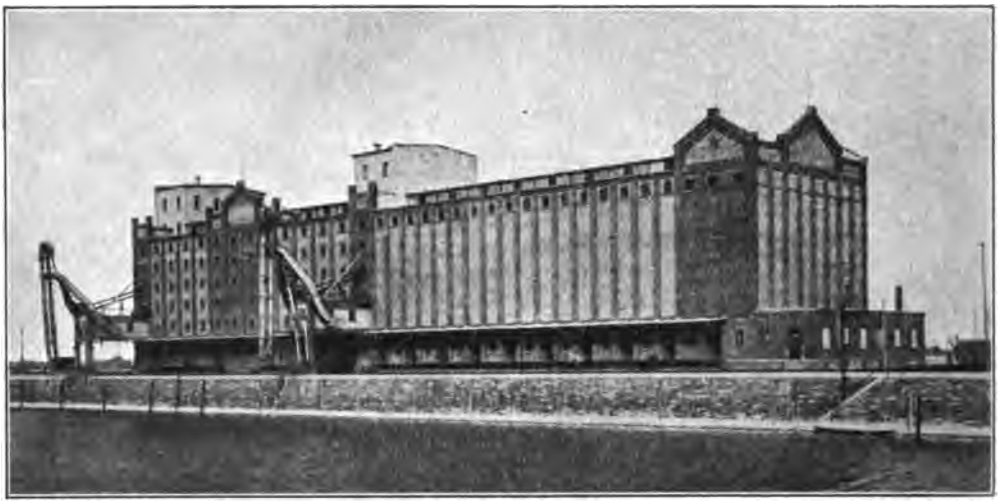


Abb. 723. Schüttboden und Silospeicher in Kehl, gebaut von Nagel & Kaemp in Hamburg.

dieses Jahrhunderts ist dann nach den Plänen von Ott und Unruh & Liebig am Sporeninselhafen ein neuer vereinigter Silo- und Bodenspeicher (Abb. 722) entstanden, der wichtige Einzelheiten zeigt; vgl. [43].

Auch der von Nagel & Kaemp in Hamburg in Kehl erbaute Speicher (Abb. 723) sei an dieser Stelle erwähnt [44].

Ebenfalls in Magdeburg [45] und Dresden (König-Albert-Hafen) und nicht zu vergessen Berlin, Hamburg, Bremen, Lübeck [46], sowie in Breslau und Stettin [47] sind grossartige Getreideförder- bezw. -lageranlagen entstanden.

In Dresden sind namentlich am König-Albert-Hafen [48] zahlreiche Getreideverkehrsanlagen entstanden. Bereits in Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 87 ff. (1. Teil, S. 16 ff.), wurden die von der Braunschweigischen Mühlenbauanstalt Amme, Giesecke & Konegen für die Firma Hennig erbauten Anlagen mit Schiffselevator und Bandförderung sowie der von der Maschinenfabrik A. Kühnscherf jr. in Dresden neben der soeben erwähnten Anlage ausgeführte Getreideelevator behandelt. An dieser Stelle seien jene Angaben ergänzt durch den Hinweis auf eine von Unruh & Liebig für die Speicher- und Speditions-Aktiengesellschaft in Dresden erbaute fahrbare Schiffselevatoranlage mit elektrischem Antriebe, welche ein anschauliches Bild von der

heutigen Bauart derartiger Hebe- und Förderanlagen bietet [49]. Sonderbarerweise haben die beiden grössten Städte Deutschlands, Berlin und Hamburg, bis 1908[1]) keine Lageranlagen, von denen man sagen könnte, sie seien bedeutend. Es ist hier nicht der Ort, die Gründe dieser Tatsache zu untersuchen. Entwürfe für umfangreiche Anlagen sind für beide Städte schon mehrfach ausgearbeitet. Es sei hier nur kurz verwiesen auf den Entwurf zu einer Zentrallagerhausanlage und zu einem Packhof für Berlin [51] von C. Plock, ferner auf die Denkschrift über die Verbesserung der Lagerungs-, Lösch- und Ladeeinrichtungen in Berlin [52] und auf des Verfassers Beuth-Preisaufgabe vom Jahre 1896, betreffend eine Getreidespeicheranlage auf dem Lehrter Güterbahnhof in Berlin [53], endlich auf die Abhandlung „Berlin und seine zukünftigen Zentralbahnhofs- und Zentralhafenanlagen vom Jahre 1901". Immerhin beachtenswert sind die zahlreichen kleineren Lageranlagen und Handelsspeicher, Proviantämter und Mühlen Berlins, deren ausführliche Wiedergabe sich im 1. Teil von „Berlin und seine Bauten" (S. 188 ff.) befindet [54]. Es möge an dieser Stelle auch das 1898 auf Veranlassung des Preussischen Landwirtschaftlichen Ministeriums auf dem alten Hamburger Bahnhof in Berlin von der Firma Rudolph Dinglinger in Cöthen-Magdeburg errichtete Versuchskornhaus erwähnt werden, in welchem Erfahrungen gesammelt werden, die der Allgemeinheit später zugute kommen sollen. Das 1100 t fassende Gebäude kann ohne erhebliche Vermehrung der Maschinen auf etwa die dreifache Länge ausgebaut werden [55]. Abweichend von den bisher besprochenen Anlagen ist die unter der Leitung des Oberbaudirektors Franzius entstandene Getreideverkehrsanlage (Schuppen) im Freibezirk zu Bremen gestaltet [56].

Was Massengüter anlangt, hat namentlich auch Breslau bei seinen neuen Hafenanlagen insbesondere Kohle [57], Getreide, Zucker und Düngemittel in hervorragender Weise berücksichtigt. Die Hauptzahlen für die Getreidespeicher sind in die Schlusstabelle 75 übernommen; in bezug auf die Zusammenstellungszeichnungen und Einzelheiten sei auf die „Denkschrift zur Eröffnung des städtischen Hafens vom 3. September 1901", herausgegeben vom Magistrat der Königlichen Haupt- und Residenzstadt Breslau, S. 61 ff., sowie auf [58] verwiesen.

Die in den zuletzt genannten Städten angelegten grossen Handelsspeicher dienen dazu, in die Verproviantierung des Landes ausgleichend auf weite Strecken einzugreifen, wozu bei einem Jahresbedarfe Deutschlands von etwa 18000000 t Getreide jeder Art infolge der Schwierigkeit des Ausgleiches über weite Landstrecken zwischen Osten und Westen bei der zunehmenden industriellen Bevölkerung, zuweilen auch durch Missernten reichlich Gelegenheit geboten ist.

Diese Speicher mit ihren maschinellen Einrichtungen für Annahme, Vorreinigung, Verwiegung, Lagerung und Abgabe von Getreide sind es auch, welche sich die deutsche Landwirtschaft für die seit 1896 eingeführten Kornhäuser mehr oder weniger zum Vorbilde genommen hat.

Landwirtschaftliche Kornhäuser.[2])

Dass landwirtschaftliche Kornhäuser in Deutschland an dem Weltmarkte bezw. dem Weltmarktpreise nichts Wesentliches ändern können, muss ja zugegeben werden; innerhalb dieses grossen internationalen Rahmens bleibt aber noch ein gewisser Spielraum für das Lokalgeschäft, in den sich gut geleitete Kornhäuser vorteilhaft für die Interessenten hüben und drüben einreihen können.

Sie ermöglichen 1. eine gute Lagerung und Bearbeitung, 2. eine sofortige Beleihung mit einem Teil des Wertes, 3. Zusammenstellung grosser Posten

---

[1]) Es sei jedoch nicht unerwähnt, dass für Berlin umfangreiche Anlagen in Stralau geplant und in Hamburg Förderanlagen von grosser Leistungsfähigkeit von Amme, Giesecke & Konegen, A.-G., in Braunschweig ausgeführt sind in Kuhwärder; vgl. [50].

[2]) Auf die Proviantämter, von denen namentlich diejenigen in Berlin, Dresden und München recht sehenswerte Förder- und Lagereinrichtungen besitzen, soll hier aus naheliegenden Gründen nicht näher eingegangen werden.

gleichartiger Ware und damit Vertragsabschlüsse auf grosse Posten an grosse sichere Abnehmer, 4. Abwarten günstiger Verkaufskonjunkturen und 5. sofortige Abgabe der verkauften Posten mit geringsten Unkosten.

„Wir brauchen,“ so schrieb 1891 Herr von Grass-Klanin,[1]) „dieselben Kornlagerhäuser an den Schienen unsrer Eisenbahnhöfe, welche die mit uns konkurrierenden Exportländer besitzen und welche wir lange Zeit haben entbehren müssen.“ Zuerst haben in Deutschland wohl die Eisenbahnen in Baden und in der Pfalz dieses Bedürfnis gefühlt und sind ihm durch die Errichtung derartiger Gebäude von bedeutender Lagerungs- und Leistungsfähigkeit in Mannheim und Ludwigshafen (s. oben) gerecht geworden, und seit 1896 haben auch die Regierungen der meisten Bundesstaaten begonnen, diesem berechtigten Wunsche der Landwirtschaft nachzukommen. Voraussichtlich wird in den geeigneten Gegenden Deutschlands eine grosse Anzahl von Speichern entstehen, deren Verwaltung in die Hände von kräftigen Genossenschaften gelegt wird. So sind z. B. von der pommerschen landwirtschaftlichen Hauptgenossenschaft in Stettin bis zum Beginn des Jahres 1898 dreizehn

[1]) „Die wirtschaftliche Bedeutung der Kornzölle und die Möglichkeit ihrer Herabsetzung“ (mit Anhang: Die Kornhäuser nach amerikanischem Muster), Parey, Berlin 1891.

Zahlentafel 74.

Ort	Kosten für: Fassungsraum	Grunderwerb und Aufschüttung	Gründung	Gleisanschluss	Bauliche und maschinelle Einrichtung		Verschiedenes	Insgesamt	Preis[1]) für 1 t Fassungsraum
	t	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
1. Colberg . . .	1500	250	—	5 100	60 807,92	26 970	9 072,08	102 500	68,33
2. Anklam . . .	4000	6 973,35	47 514,87	23 500	198 991,38		20 020,40	297 000	74,25
3. Stargard . . .	2000	9 520	3 161,92	7 000	100 000		7 048,08	127 000	63,50
4. Schivelbein . .	800	2 500	—	8 800	39 424,55	19 130	7 145,45	77 000	96,25
5. Gramenz . . .	800	100	—	2 842	38 947,04	19 130	10 980,96	72 000	90,00
6. Stolp i. P. . .	2000	8 100	—	4 600	85 000	24 900	17 400	140 000	70,00
7. Pyritz	2000	11 207,45	—	6 300	100 000		16 492,55	134 000	67,00
8. Plathe . . .	1500	679,50	—	3 700	59 000	26 970	15 650,50	106 000	70,66
9. Barth	3000	3 600	44 000	9 500	150 000		23 900	231 000	77,00
10. Callies . . .	800	900	—	6 500	37 620	19 130	3 850	68 000	85,00
11. Falkenburg . .	800	100	—	2 842	43 683	19 130	6 245	72 000	90,00
12. Neustettin . .	1500	—	—	10 000	—	26 970	—	100 000	66,66
13. Belgard . . .	1500	—	—	—	—	26 970	—	118 231	78,82

[1]) Um diese Preise vergleichen zu können mit den für ein grosses Getreidelagerhaus gebräuchlichen (vgl. a. S. 303), sei erwähnt, dass in Königsberg (S. 292 ff.) der Preis für 1 t Fassungsraum bei Annahme von 37 500 t rund 65 ℳ beträgt. Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass dort sehr schlechter Baugrund vorhanden war, so dass allein für die Gründung des Speichers rund 253 200 ℳ verausgabt wurden. Rechnet man daher etwa 7,00 ℳ von obiger Summe ab, so würde sich der Preis für 1000 kg eingelagerter Frucht auf rund 58 ℳ stellen. Diese den normalen Satz für derartige Anlagen um ungefähr 3 ℳ übersteigenden Kosten sind verursacht durch die von vornherein für einen wesentlich grösseren Zukunftsbetrieb vorgesehenen Verladevorrichtungen und Kraftanlagen.

derartige Speicher gebaut bezw. geplant, von denen Zahlentafel 74 einige wichtige Zahlen gibt.

Von ihnen sei hier der von Gebrüder Weismüller in Frankfurt a. M. in Pyritz gebaute, 2000 t fassende Speicher in den nach dem voraufgehenden wohl ohne weitere Erläuterung verständlichen Abb. 724—726 zur Darstellung gebracht. Aehnliche Speicher sind ebenfalls von Weismüller in Stargard und Barth a. d. Ostsee ausgeführt.

Nach einer von G. Luther in Braunschweig erdachten Bauart (Abb. 727 und 728) ist im Jahre 1897 ein landwirtschaftlicher Getreidespeicher in Halle errichtet worden. Die Erwägungen, welche zu dieser bemerkenswerten Konstruktion führten, waren darin begründet, dass, seitdem die Errichtung von Kornhäusern für Deutschland von grösserer Bedeutung geworden war, auch das Bedürfnis hervortrat, Bauweisen zu ersinnen, die womöglich die Vorteile der bisher bekannten Systeme vereinigen und sowohl für Lagerhäuser kleinen als grossen Fassungsraumes eine verhältnismässig billige Herstellung ermöglichten.



Abb. 724. Getreidespeicher in Pyritz (Gebr. Weismüller in Frankfurt a. M.).

Die Abb. 727 und 728 zeigen die grundsätzliche Anordnung eines derartigen Speichers von insgesamt 4000 t Fassungsraum. Derselbe ist an dem Ufer eines schiffbaren Wasserweges gelegen gedacht und an den dem Ufer parallelen Seiten je mit einem schmalspurigen und einem normalen Eisenbahngleise versehen. Der Bau selbst besteht aus vier Türmen von je 1000 t Inhalt, die symmetrisch um den Mittelpunkt angeordnet sind. Diese Türme, von denen zwei Stück (*d* und *f*) fünf Geschosse, zwei Stück (*e* und *g*) jedoch nur vier Geschosse haben, sind ganz aus Holz hergestellt, und zwar aus kreisrund gebogenen Brettern, die hochkant und mit gegenseitig versetzten Fugen um ein Balkengerippe befestigt sind. Von diesen Türmen dienen *d* und *f* hauptsächlich für Lagerung abzusackenden, *e* und *g* für Lagerung von mit Eisenbahn oder Schiff lose weiter zu verfrachtenden Getreides. Am Ufer des Wasserweges ist ausserdem ein Turm aufgestellt, an welchem der je nach dem Wasserstande in der Vertikalebene vermittels einer Winde auf und ab zu bewegende Schiffselevator angebracht ist, und der in seinem Innern die selbsttätige Wage, die nötigen Maschinen zur

Reinigung des Getreides und zwei Hilfselevatoren enthält, während in einem kleinen Anbau *b* neben dem Turme der Gasmotor von 40 PS. zum Betriebe der

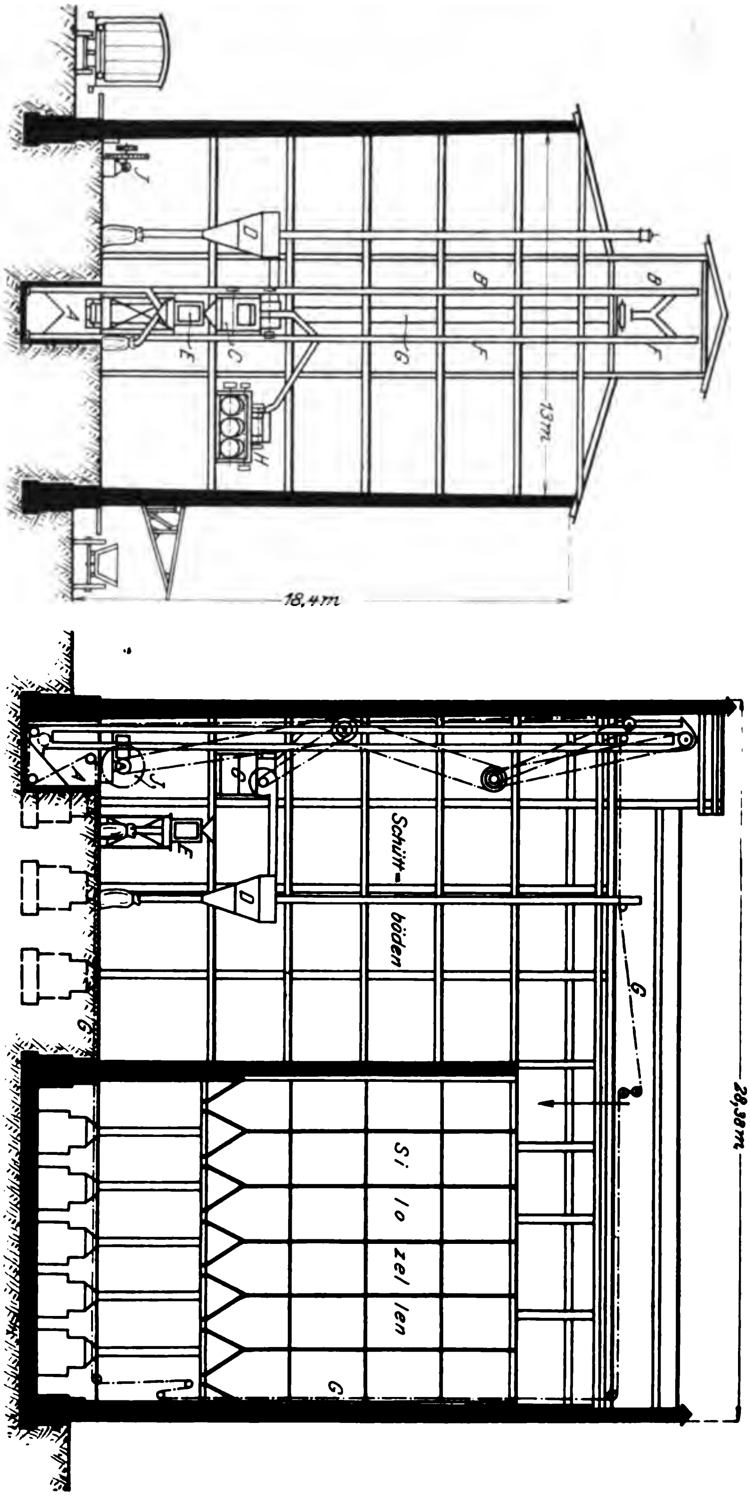


Abb. 725 u. 726. Getreidespeicher für 2000 t von Gebr. Weismüller in Frankfurt a. M. (Pommersche Landw. Hauptgenossenschaft).
A Einschütttrichter. *B* Becherwerk. *C* Vorreinigungsmaschine. *D* Staubsammler. *E* Selbsttät. Wage. *F* Becherwerk. *G* Gurtförderer. *H* Spezialreinigungsmaschine. *J* Motor.

Anlage untergebracht ist. Es sei hier noch erwähnt, dass die Reinigungsanlage mit folgenden Maschinen ausgerüstet ist: ein eiserner Tarar mit Schüttelsieb zur Ausscheidung grober Getreidebeimengungen, als Steine, Erdklumpen, Sack-

bänder u. s. w., ein Rotarysieb zur Scheidung des Getreides der Korngrösse nach und vier Trieuren zum Auslesen beigemengter fremder Sämereien, wie Raden, Wicken u. s. w. Die Eisenbahngleise zwischen Speicher und Turm sind bei *c* überdacht, um das Be- oder Entladen von Eisenbahnwaggons auch bei ungünstigem Wetter zu ermöglichen. In der Mitte zwischen den Türmen befindet sich der Haupt- oder Speicherelevator *h*, der bis in die höchste Spitze des Daches hinaufreicht und den Zweck hat, das ankommende Getreide in die Speicher zu schaffen und dasselbe umstechen zu können. Der Fuss des Elevators steht in einer mit einem Gitter überdeckten Grube, durch welches dem Elevator das Getreide aus den Speichern *e* und *g*, die zu diesem Zwecke im Erdgeschosse stark geböscht sind, selbsttätig zufliesst. Der Antrieb des Elevators erfolgt durch den Motor vermittelst unterirdischer Wellenleitung durch Kegelräder auf die untere Elevatorwelle und wird von dieser vermittelst der Becherketten auf die obere Elevatorwelle übertragen. Auf diese Weise ist jede Transmissionsanlage im Speicher selbst vermieden. Wegen der starken Böschung haben die beiden Türme *e* und *g* auch nur vier Geschosse, gegenüber den beiden andern mit fünf und flacher Sohle im Erdgeschosse.

Noch sei erwähnt, dass sämtliche Böden eines Turmes zum Zwecke des Füllens und Entleerens durch Rohre miteinander verbunden sind, und zwar derartig, dass nicht nur das Getreide von einem höheren auf den zunächst darunter liegenden Boden fallen kann, sondern von einem höheren auf irgendeinen unter ihm liegenden Boden; ebenso kann jeder Boden mit Umgehung eines oder mehrerer unter ihm liegenden Böden entleert werden. Die unteren Räume *d* und *f* dienen hauptsächlich als Manipulationsräume, also zum Absacken des Getreides oder zum Fortschaufeln desselben in den Hauptelevator *h*, falls umgestochen oder in Waggons oder in ein Schiff geladen werden soll.

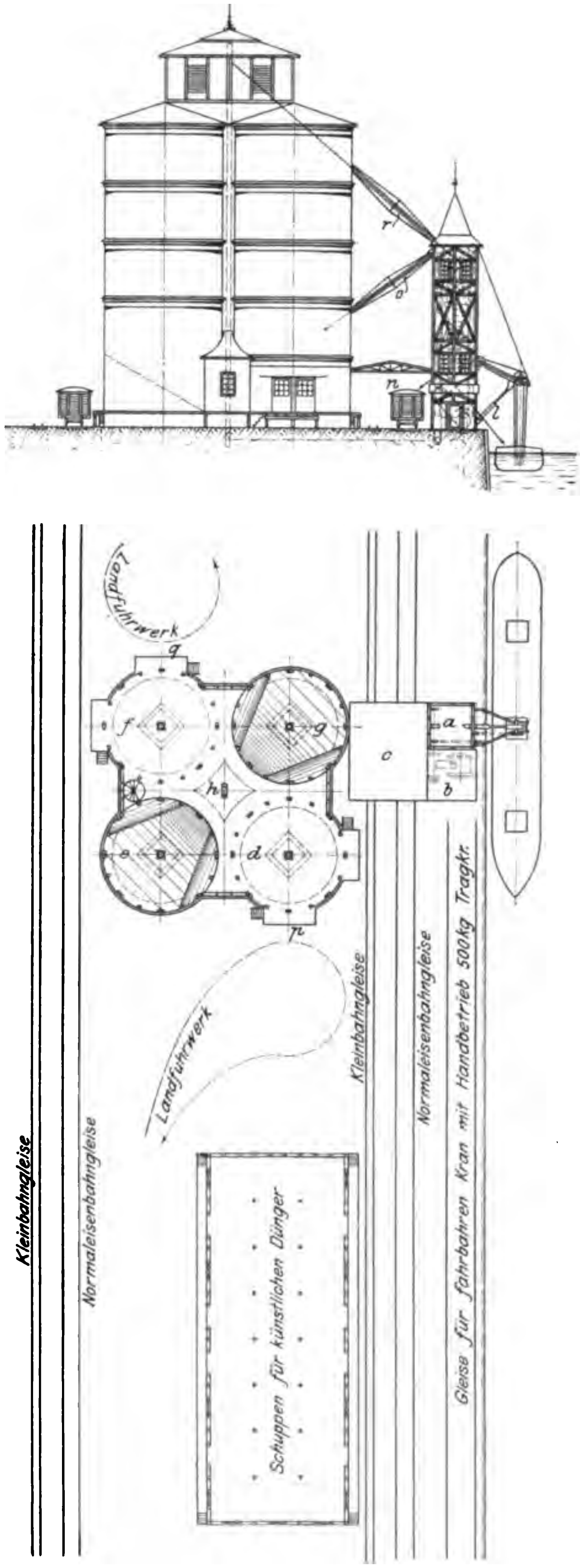


Abb. 727 u. 728. Landwirtschaftlicher Getreidespeicher von G. Luther, A.-G., in Braunschweig.

Im Interesse der freien Bewegung sind diese Räume auch nach innen nicht durch Wände geschlossen, sondern offen.

Die einzelnen Bodenräume sind durch Türen verschliessbar und unter sich durch Galerien verbunden; auch besitzt jeder Bodenraum in seiner Wand verschiedene Oeffnungen, aus welchen von den erwähnten Galerien bequem Stichproben entnommen werden können.

Betrachten wir jetzt den Gang der Arbeit, und zwar zunächst das Entladen eines Schiffes. Aus diesem hebt der Elevator das Getreide und entleert dasselbe durch ein sogenanntes Teleskoprohr *l* in den Trichter des einen Hilfselevators, der es bis zur Turmhöhe hebt und dann in einen Sammeltrichter fallen lässt. Aus dem Trichter gelangt es in die selbsttätige Wage, passiert dieselbe, geht dann über die einzelnen obenerwähnten Reinigungsmaschinen und wird von den letzten derselben, den Trieuren, entweder unmittelbar zum Eisenbahnwaggon *n* geführt oder zum zweiten Hilfselevator, der das Getreide wieder bis auf Turmhöhe hebt und durch das Rohr *o* in den unteren Raum des Speichers *g* ausschüttet. Von der Böschung dieses Raumes rutscht nun das Getreide selbsttätig zu dem den Fuss des Speicherelevators abdeckenden Gitter und durch dieses hindurch in den Elevator. Dieser hebt dasselbe so hoch, dass es von dem oberen Auswurfe durch entsprechende Rohre in einen beliebigen Speicher entleert werden kann, dessen einzelne Abteilungen, wie bereits oben gesagt, so miteinander durch Rohre verbunden sind, dass jede einzelne derselben beliebig gefüllt werden kann. Die Lagerung kann jedoch auch ohne vorherige Reinigung erfolgen. In diesem Falle hebt der erste Hilfselevator das Getreide und schüttet solches auf einen kurzen Bandtransporteur, der dasselbe in das Mundstück des Rohres *o* entleert und durch dieses zum Speicher führt. Ebenso kann die Verladung in Eisenbahnwaggons unmittelbar aus dem Schiffe erfolgen, indem das Band das Getreide durch ein besonderes, im Turme liegendes Fallrohr in den Waggon *n* überführt. Beim Entladen eines Waggons wird das Getreide in den unteren Trichter des zweiten Hilfselevators und von diesem durch das Rohr *o* in den Speicher geleitet. Für das Entladen von Fuhrwerken sind an den Speichern *f* und *d* die Rampen *p* und *q* angeordnet. Von diesen aus werden die Säcke zum Speicherelevator *h* geschafft und durch das Gitter in denselben entleert.

Die Verladung aus dem Speicher und zwar zunächst in das Schiff oder in den Waggon geht folgendermassen vor sich: Es läuft das Getreide irgend eines Bodens der Speicher *e*, *g* selbsttätig zum Hauptelevator *h*, der es hebt und durch das Rohr *r* in den Turm führt. Hier fällt dasselbe in die selbsttätige Wage, geht durch die Reinigung und fällt dann von den Trieuren durch eine Rohrleitung in das Schiff oder in den Waggon, oder es wird durch Rohr *r* mit Umgehung der selbsttätigen Wage und der Reinigung in das obenerwähnte, im Turme befindliche Fallrohr geführt und gelangt aus diesem in den Waggon oder das Schiff. Auch ist die Möglichkeit gegeben, nur die selbsttätige Verwiegung vorzunehmen und dann zu verladen. Soll der Inhalt der Speicher *d*, *f* zur Verladung in das Schiff oder den Waggon gelangen, so wird das Getreide in den unteren Speicherraum entleert und von dort dem Hauptelevator zugeschaufelt. Es wird dieser Fall aber nur ausnahmsweise eintreten. Für die Verfrachtung in Säcken ist in dem unteren Geschosse der Speicher *d*, *f* ein um die Mittelsäule drehbarer und auf (an dem inneren Balkengerippe befestigten) Schienen laufender Kran angebracht, der auf seiner oberen Bahn einen fahrbaren Trichter mit darunter befindlicher selbsttätiger Wage und Absackrohr trägt. Vermöge dieser Anordnung kann der Trichter unter eins der von den verschiedenen Böden nach unten geleiteten Absackrohre geführt und aus diesem das Getreide entnommen werden. Bei Verladung von Säcken in Waggons erfolgt solches von den Verladerampen aus.

Soll der Inhalt eines der Speicher *e*, *g* umgestochen werden, so öffnet man die Rohrverschlüsse im unteren Raume, worauf sich das Getreide in denselben ergiesst und dem Elevator *h* zuströmt, der es hebt und in eine andre Speicherabteilung zurückführt. Auf gleiche Weise kann, wenn erforderlich, der Inhalt der Speicher *d*, *f* umgestochen werden.

Es ist selbstverständlich, dass für gute Lüftung der einzelnen Böden ausreichend gesorgt ist. Dieselbe erfolgt durch einen unter der Decke befindlichen, rings um den Turm sich hinziehenden freien Raum, der durch ein Drahtgitter gegen das Eindringen körnerfressender Vögel geschützt ist.

Ueber das ebenfalls hierher zu rechnende Kornlagerhaus zu Dortmund, das recht beachtenswerte Einzelheiten bietet, finden sich ausführliche Angaben in Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 336 ff.;[1]) ebenso sei noch aufmerksam gemacht auf den im Jahrbuch der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1903 veröffentlichten Vortrag des Herrn Zivilingenieur H. Rasch in Berlin, „Maschinelle Einrichtung von Getreidespeichern".

Mühlenspeicher.[2])

Was nun zum Schluss die Mühlenspeicher anlangt, so ist darüber vieles veröffentlicht, namentlich in dem bereits häufiger erwähnten Buch von G. Luther über Speicheranlagen S. 129 u. f., sowie in der 75. Lieferung der Grundrissvorbilder von Ludwig Klasen (Leipzig 1893). Darum sei nur einiger neuerer Anlagen in dem folgenden gedacht.

Vielfach ist die Mühle mit dem Silo- oder Bodenspeicher vereinigt, oft jedoch bildet der Speicher einen selbständigen Teil der Anlage, welcher nur durch entsprechende Fördereinrichtungen mit der Mühle verbunden ist.

Die allerverschiedensten Formen kommen dabei vor. Es sei erwähnt, dass auch runde gemauerte Silos gebaut sind, beispielsweise bei einer Mühle in Spanien, welche von Nagel & Kaemp, Hamburg, mit Maschinen ausgerüstet worden ist.

Sehr lehrreich in mancher Beziehung ist der in Abb. 729—731 dargestellte, im Jahre 1896 von G. Luther in Braunschweig, in Verbindung mit einer grossen Mühlenanlage für einen der bedeutendsten Mehlfabrikanten, Herrn Stucky, in Venedig gebaute Silo.

Das Hauptgebäude (60,5 m lang, 12,5 m breit und 29,5 m hoch) wird durch eine Mauer in zwei Teile getrennt, von denen der eine mit einer äusseren Länge von rund 11 m in Gestalt eines Turmes erbaut ist. Der Turm enthält zwei Elevatoren, selbsttätige Wagen, einen Aufzug und die Antriebsvorrichtungen für die Elevatoren und Bänder. Der andre Teil des Speichers enthält 22 Silozellen von $2{,}2 \times 10{,}7$ m Querschnitt und 21,5 m Durchnittshöhe. Die Gesamtlagerfähigkeit in den Zellen beträgt 8000 t Weizen. Zwei dieser Behälter dienen zur Vorbereitung des täglichen Bedarfs für die Mühle.

Je nach den Umständen wird der Weizen einem oder zugleich beiden Elevatoren zugeführt, dann zum Speicherboden gehoben und in einen oder beide selbsttätige Wagen entleert. Von hier fällt das Korn auf Transportbänder, welche mit Hilfe von Abwurfwagen die Frucht nach den Zellen fördern. Zum Mischen oder Umstechen des Getreides ist unterhalb der Zellenausläufe ein gemeinschaftliches Band vorgesehen. Von einer Zelle oder aus mehreren Behältern fliesst das Getreide auf dieses Band und wird von ihm zu einem der vorerwähnten Elevatoren getragen. Zu gleicher Zeit kann der andre Elevator dem Silo frisches Korn zur Einlagerung zuführen.

Besonders bemerkenswert ist der Silo durch die Bauart der Wände, welche senkrecht stehende Kappen bilden, ähnlich jenen Futtermauern, wie man sie zur Aufnahme des Erddruckes, bei Kesseleinmauerungen[3]) u. s. w., findet und welche von Luther ebenfalls für einen Mühlensilo angewandt ist, bei der Anlage der Berkenbusch-A.-G. in Rüningen bei Braunschweig. In jenem Silo sind zur Erkennung des Getreidestandes in den Zellen von aussen in einer bestimmten Höhe kleine Fensterchen angebracht, welche durch eine in der Zelle hängende

---

[1]) Vgl. auch Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1704 und f.

[2]) Hingewiesen sei an dieser Stelle auf den bemerkenswerten Vortrag des Vorsitzenden von dem Verbande deutscher Müller Jos. J. van den Wyngaert auf der XXII. Generalversammlung in Dortmund 1894 (stenographischer Bericht S. 39 ff.) „Ueber die Müllerei in den Vereinigten Staaten Amerikas im Vergleich zu der in Deutschland."

[3]) Buhle, Glasers Annalen 1904, I, S. 32 (T. H., II, S. 88).

Glühlampe erleuchtet werden, sobald die Getreidelagerung die Fensterhöhe nicht erreicht.[1])

Eine der bedeutendsten Mühlen ist die Ludwigshafener Walzenmühle, deren erste Einrichtung zum grossen Teil von der Firma Gebrüder Seck in Dresden geliefert wurde. Da dieselbe auch recht interessante Förder- und Lagereinrichtungen besitzt, so sei in diesem Zusammenhang an dieser Stelle hingewiesen

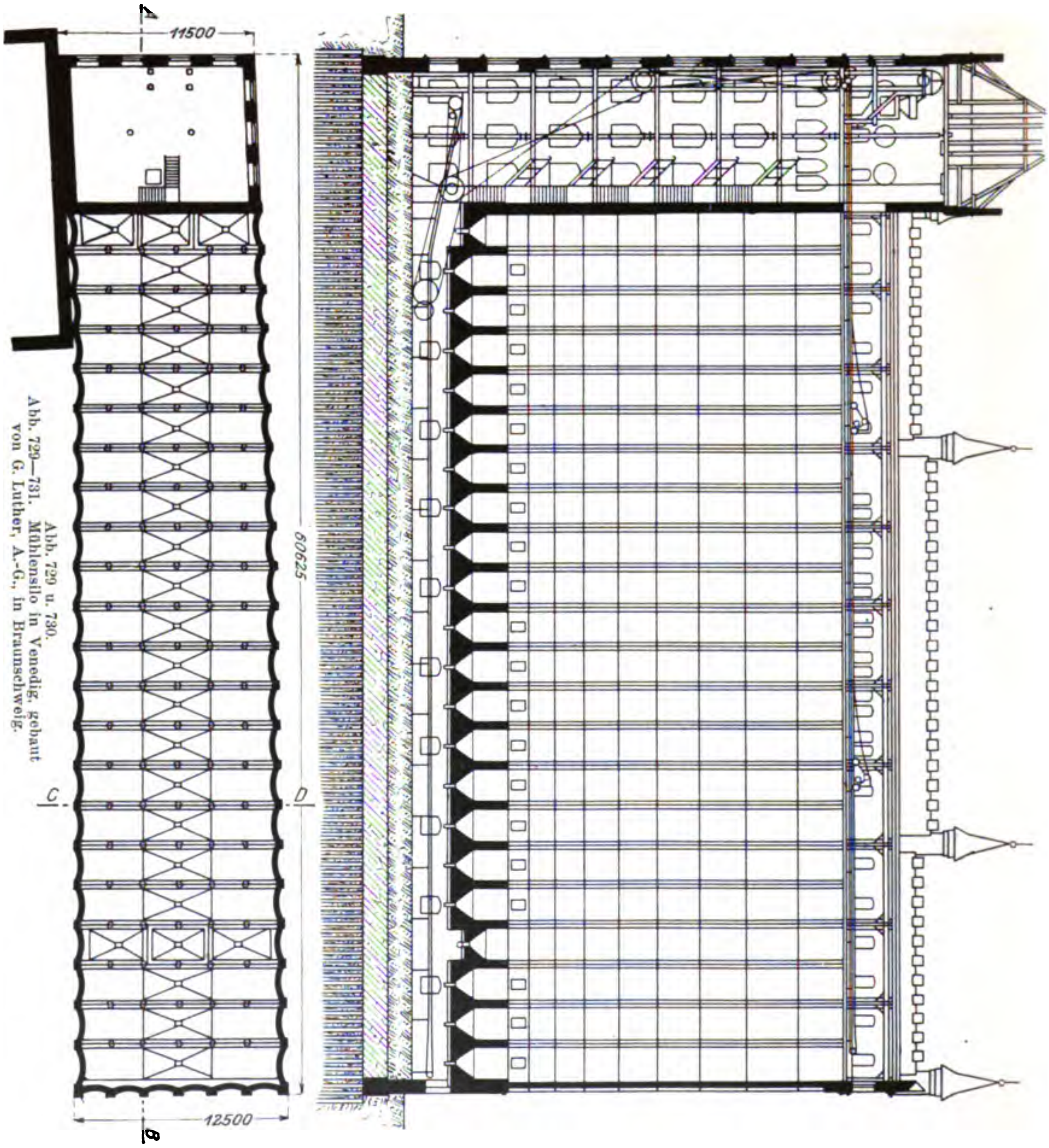


Abb. 729 u. 730. Mühlensilo in Venedig, gebaut von G. Luther, A.-G., in Braunschweig.

auf Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1896, S. 1069 u. f., woselbst eine ausführliche Beschreibung in Wort und Bild von den annähernd 5000 t fassenden hölzernen Silos, den Elevatoren, Bändern u. s. w. dieser Mühle gegeben ist.[2])

[1]) Von auswärtigen Mühlenspeichern sei als besonders sehenswert (abgesehen von den gewaltigen Anlagen der Herren Pillsbury, Washburn & Co., Washburn & Crosby u. s. w. in Minneapolis, Minn. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 270) der Silo in Corbeil in Frankreich hier angeführt (Uhland 1895, S. 2 u. f.); auch die Grands Moulins Anversois des Herrn von Rossum in Antwerpen seien hier erwähnt; vgl. ferner Génie civil 1902, S. 161 ff.

[2]) Ueber die von derselben Firma im Jahre 1900 gebaute Roggenmühle mit einem Getreide-

Zu den Zellenwandungen der Mühlenspeicher ist auch in Deutschland nicht immer Holz verwandt; wegen der grossen Feuersgefahr hat man sehr häufig in den letzten Jahren Eisen und Mauerwerk verwendet. Einerseits sind die Lagerungen kleiner als bei Handelsspeichern, und zweitens kann bei etwa eintretender Erwärmung der Frucht ein sofortiges Vermahlen vorgenommen werden. So sind zum Beispiel mit den von Nagel & Kaemp in Hamburg ausgeführten zylindrischen Eisensilos (950 t Fassungsvermögen) der Bernburger Saalemühle durchaus keine schlechten Erfahrungen gemacht worden.

Es liegt zwar auf der Hand, dass bei dem vorzüglichen Wärmeleitungsvermögen des Eisens und des gänzlichen Mangels an hygroskopischen Eigenschaften alle Schwankungen der Temperatur und des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft, sowie des in den Zellen lagernden Getreides verhältnismässig schnell auf die Umgebung übertragen und Niederschlagsbildungen, sofern die sonstigen Bedingungen hierfür gegeben sind, begünstigt werden. Allein in der Bernburger Mühle liess sich, als dort im Jahre 1889 (März—Mai, der eigentlichen Wachsperiode des Getreides) Mühlen- und Speicherbetrieb infolge von Hochwasser völlig eingestellt werden musste (eine Dampfmaschine war damals noch nicht beschafft) und die gefüllten Silos nicht umgestochen oder gelüftet werden konnten, nach Wiederaufnahme des Betriebes nur feststellen, dass die unterste Fruchtschicht an der Oberfläche der Zellenböden anklebte, jedoch nicht ausgewachsen war.

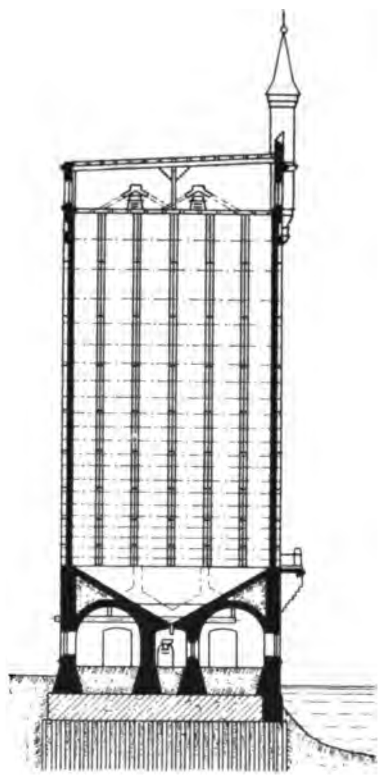


Abb. 731.

Weitere Feuchtigkeitserscheinungen wurden weder damals noch bisher wahrgenommen. Dagegen hat das Auftreten der Bildung von Wassertropfen und ein Abfluss an den äusseren Zellenwänden beobachtet werden können.

Die zuweilen eingetretene Erwärmung der Frucht soll stets durch alsbaldiges Umstechen des Zelleninhaltes völlig unschädlich gemacht werden können.

Man ist geneigt, diese günstigen Ergebnisse namentlich auf die mit der Reinigung verbundene kräftige Lüftung der Frucht sowohl bei der ersten Annahme als auch bei jedesmaligem Umstechen, sowie weiterhin auf die vorgesehene Lüftung des allseitig freien Raumes über den Silozellen zurückzuführen, wodurch reichliche Gelegenheit gegeben ist, das umgestochene Getreide mit der frischen Luft in Berührung zu bringen.

Die gleiche Absicht ist erstrebt worden bei der Anordnung des Fussbodens über den Silozellen, der nicht gedielt, sondern aus gehobelten Brettern mit 3 cm weiten Zwischenräumen hergestellt ist. Durchschnittlich wird alle 14 Tage umgestochen (im Sommer häufiger als im Winter).

Gleichfalls von Nagel & Kaemp ist der 3200 t Getreide fassende Silospeicher des Kommerzienrates Kiesekamp in Münster gebaut. Für die Zellenwandungen wurde hartes Mauerwerk (Klinker) mit Eiseneinlagen [59] (Musterschutz des Architekten W. Rinklake in Münster i. W.) verwendet. Der Silospeicher in Münster war früher mit Holzschächten versehen, brannte im Jahre 1893 ab, wurde 1893/94 in Mauerwerk wieder aufgeführt und hat sich seit der Zeit im Betriebe vorzüglich bewährt. Der jährliche Umsatz beträgt 30000 t (viel deutsches Korn).

---

silo von 2500 t Inhalt in Lissa in Posen s. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1903, S. 717. Bemerkenswert sind darin auch die fünf Mehlsilos und der Kleiensilo. Weitere von Gebrüder Seck ausgeführte Siloanlagen befinden sich u. a. in Riesa (3200 t), Zeitz (1200 t), Dortmund (2100 t), Thorn (1000 t), Bergen [Norwegen] (2500 t), Riga (650 t), Namur (3000 t), Montélimar (1600 t), Brüssel (1000 t), Budapest (1500 t), Kristinehamn [Schweden] (1800 t), Marseille (2400 t) u. s. w.

Zahlentafel 75a. (Fussnoten s. S. 316.)

Stadt	S = Silo B = Bodenspeicher	Erbauer	Länge des Gebäudes m	Breite des Gebäudes m	Höhe des Gebäudes m	Inhalt von S t	Inhalt von B t	Gesamtinhalt von S und B t	Zahl der Zellen	Inhalt der Zellen t
West-Superior	S	—	111	38	75	85000	—	85000	505	—
Buffalo	S	D. A. Robins	122	37	39,5	64000	—	64000	87	1860—300
Manchester	S	J. S. Metcalf	—	—	—	40000	—	40000	226	300 – 37
Buenos Aires	S und B	Amme, Giesecke & Konegen, A.-G.	—	—	—	60000	40000	100000	—	—
Liverpool (alt)	S	—	75	60	27	48000	—	48000	317	210 – 52
„ (neu)	S und B	—	52	40	31	—	—	—	45	—
London {Surrey Commercial Dock}	B	—	100	34	—	—	70000	70000	—	—
Budapest	S	Ganz & Co.	110	40	22,6	28000	2000	3000	290	—
Dérindjé	B	Nagel & Kaemp	75,9	15,0	22	—	11400	11400	—	—
Riga	S und B	Agthe	77,7	23,8	—	5500	2700	8200	72	760
Antwerpen (alt)	S	Luther	80	60	—	22000	—	22000	60	180
„ (neu)	S	Nagel & Hermann	100	22	—	26000	—	26000	145	240—80
Amsterdam	S und B	Unruh & Liebig	104,5	20,4	26	20000	3600	16730	96	—
Kopenhagen	S und B	„	52	31,5	39	13000[1])	5000	8000	36	200
Genua	S	Luther	211	32	22	50000[2])	—	50000[2])	344	130
Königsberg	S und B	Kapler	130	30	42	5000	35000	40000	32	150
Cöln	B	Unruh & Liebig	60	24	—	—	1100	1100	—	—
Frankfurt a. M.	B	Weismüller	100	26,5	—	—	20000	20000[3])	—	—
Worms	S und B	Luther	102	25	35	4500	6500	11000	48	—
Mannheim	S und B	„	50	28	18	2000	10000	12000	56	180—45
„	S und B	„	136	24	—	—	—	25000	68	—
„	S und B	Nagel & Kaemp	79	22	24	3250	6750	10000	35	—
Ludwigshafen	S und B	Luther	125	24	—	5000	12000	17000	82	—
Strassburg	S und B	Unruh & Liebig	101	21,5	33	6300	8000	14300	—	—
Breslau	B	„	102.5	25	28,5	—	23000	23000	—	—
Rosario	S	Amme, Giesecke & Konegen, A.-G.	—	—	—	24000	—	24000	120	200

Zahlentafel 75b.

Stadt	Form der Zellen	Länge der Zellen m	Breite der Zellen m	Höhe der Zellen m	Wandungsmaterial der Zellen	Antriebart [4]) (Noten s. nächste Seite)	Jahr	Bemerkungen
West-Superior . .	rechteckig	8,23—2,06	4,11—1,37	25,9	Eisen	elektrisch	1901	Great Northern-Eisenbahn
Buffalo	rund	11,6	Dmr.	21,4	„	Drehstrom	1897/98	„ „ „
Manchester	rechteckig	—	—	—	—	—	1898	
Buenos Aires . . .	rund	7,7 und 3,8 Dmr.		16,6	Beton u. Ziegel	elektrisch	1903	
Liverpool (alt) . .	sechseckig	3,66 lichte Diagonale		24,4	Ziegel	Presswasser	—	Grain Storage & Transit Co.
„ (neu) . .	quadratisch	4,5	4,5	27,4	„	„	—	„ „ „ „ „
London { Surrey Commercial Dock . .	—	—	—	—	—	„	—	
Budapest	quadratisch	—	—	15	Eisen	Dampf	1883	
Dérindjé	—	—	—	—	—	—	—	Anatolische Bahn
Riga	quadratisch	3,25	3,25	12,8	Holz	Seil	—	
Antwerpen (alt) . .	rund	4,25	Dmr.	13	Eisen	Presswasser	—	
„ (neu) . .	rechteckig	4	4	22	Ziegel	Dampf (Reserve Gas)	—	
Amsterdam	quadratisch	3,5	3,5	16	Holz	Dampf	1897	
Kopenhagen . . .	rechteckig	4,5	3,8	20	Holz u. Monier	Gleichstrom	1895	
Genua	„	4	3	15	Hennebique	Drehstrom	1901	
Königsberg	„	3,5	3	24	Holz	„	1897	
Cöln	—	—	—	—	—	elektrisch	1899	Lagerhaus der Warenkreditanstalt
Frankfurt a. M. . .	—	—	—	—	—	Dampf	1888	
Worms	rechteckig	4,3	3,95	18	Holz	Gas	1892	
Mannheim	quadratisch	3,6	3,6	19	„	Seil	1884	Lagerhaus-Gesellschaft
„	„	—	—	15	„	Gleichstrom	—	Badische Staatsbahnen
„	rechteckig	3.7	3,5	14	„	elektrisch	1897	„ „
Ludwigshafen . . .	quadratisch	4	4	12,5	„	Gas	—	
Strassburg	„	4	4	16	Hennebique	Drehstrom	1901	
Breslau	—	—	—	—	—	elektrisch	—	
Rosario	quadratisch	—	—	—	Beton u. Ziegel	—	1906	

(Zu Zahlentafel 75, S. 314 und 315.)
[1]) 1902 bedeutend vergrössert.
[2]) Nach vollkommenem Ausbau.
[3]) 1902 erweitert.
[4]) In bezug auf die Kraftübertragung und Kraftverteilung, insbesondere über die Wahl des Kraftübertragungssystemes vom wirtschaftlichen und technischen Standpunkte sei hier verwiesen auf des Verfassers Buch „Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle", Verlag von G. Siemens, Berlin W., S. 28 ff., ferner auf Glasers Annalen 1892, S. 182 ff., und Beringer, „Kritische Vergleichung der elektrischen Kraftübertragung", Krämer, „Elektrische und mechanische Krafttransmissionen", 1895, und endlich: Stenographischer Bericht der XXII. Generalversammlung des Verbandes deutscher Müller, 1894, S. 56 ff.; Kammerer, „Ueber die Verwertung der elektrischen Energieübertragung für Mühlen- und Speicheranlagen", ferner Eberle, „Kosten der Krafterzeugung", Verlag von Knapp, Halle 1901, und Marr, „Die neueren Kraftmaschinen, ihre Kosten und ihre Verwendung", Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin 1904.

Endlich sei noch der Borsigmühle in Berlin-Moabit[1]) gedacht, deren Zerstörung durch ein Schadenfeuer im Januar 1898 zu der Frage der Feuersicherheit in Speichern einen namhaften Beitrag geliefert hat (s. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 558 ff.).

Von der durch die Firma C. G. W. Kapler in Berlin gebauten maschinellen Einrichtung jener mit einem 4000 t fassenden Kornlagerhaus an der Spree verbundenen Mühle sei als bemerkenswert hervorgehoben der 40 t/st leistende Schiffselevator. Derselbe war an der flussseitigen Mauer drehbar aufgehängt, so zwar, dass er in jeder Höhenlage einen Halbkreis beschreiben und auf diese Weise einen grossen Raum bestreichen konnte. In der grössten Auslage vermochte er sogar über ein an der Flussmauer liegendes Schiff hinweg aus einem davorliegenden Fahrzeug das Getreide zu schöpfen.

Endlich sei noch verwiesen auf den vortrefflich angelegten und ausgeführten, durch die hervorragende Fülle von neuen Gedanken sehr beachtenswerten Mühlenspeicher des Herrn Stadtrat Karow, Stargard, der entworfen und gebaut ist von dem Mühlenbaumeister Herrn Ingenieur J. Heyn in Stettin.

Zweifellos geht schon aus dem hier wiedergegebenen Teil der Studienergebnisse hervor, dass bei der ausserordentlichen Fülle von Konstruktionen in den Getreideförder- und -lageranlagen bis jetzt kaum von einer grossen Zahl von sogenannten Normalien die Rede sein kann. Ueberall wird gebaut nach den besonderen Bedingungen, welche die Bedürfnisse des Landes oder des Ortes ergeben.

Zum Schluss sei der Uebersicht halber und um Vergleiche zu ermöglichen, in Zahlentafel 75 (S. 314 ff.) eine Zusammenstellung der Hauptabmessungen einer Reihe von bemerkenswerten Speichern, darunter die besprochenen, zusammengestellt.

Wenn nun auch zugegeben werden muss, dass andre Länder, vor allem Amerika, in dem Umfang und in der Zahl der Getreidespeicher Deutschland voraus sind, so hat sich doch schon in den siebziger Jahren, besonders aber seit 1880, der Getreidespeicherbau in Deutschland ganz bedeutend entwickelt, und es herrscht in den Einzelkonstruktionen eine Gediegenheit der Ideen und Ausführungen, welche von den amerikanischen Einrichtungen bei weitem nicht erreicht wird, und das ist auch der Grund, weshalb grossartige Hafen- und Speicheranlagen des Auslandes seit vielen Jahren mit Vorliebe deutschen Ingenieuren zur Ausführung übertragen werden. Die jüngste Vergangenheit bezw. die Gegenwart bietet einen bedeutenden Beleg dafür.

Alles in allem: Der deutschen Maschinenindustrie gebührt unstreitig das Verdienst, auch den Bedürfnissen des Getreideverkehrs in den technisch vollendeten und bestimmten Formen des gegenwärtigen Maschinenbaues Ausdruck verliehen zu haben.

[1]) Die bedeutendsten Mühlenspeicher Berlins sind ausführlich behandelt in dem bereits oben mehrfach angezogenen Werk: Berlin und seine Bauten, 1896.

Ausser für Getreide werden Silos vornehmlich verwandt für **Mehl** [60], **Zement** [61], **Kalk** [62], **Müll** [63], [1]) **Malz** [64] (s. auch Druckluftförderer), **Salz** [65], **Zucker** [7], als Mischsilos für **Rübensamen** u. s. w. [66]; insbesondere aber auch für **Kohlen** und **Koks** (s. unten); vgl. auch **Hoch- und Tiefbehälter** und **Bodenspeicher**. Ueber **Erzsilos** s. **Mörsch**, Der Eisenbetonbau, Stuttgart 1908, S. 320 ff.

Im allgemeinen hält sich das **Mehl** in Säcken am besten, und auf grössere Entfernungen wird es niemals lose transportiert. Dennoch werden in Verbindung mit Mischvorrichtungen und zur bequemen Absackung heute vielfach Mehlsilos in grossen Mühlen angewandt. Meist befinden sich die Mischmaschinen unter den Auslässen der Zellen.

Abb. 732 und 733 zeigen die Einrichtung eines Mehlsilos mit einer Viktoria-Mischmaschine von C. G. W. **Kapler** in Berlin. Die Maschine besteht aus der

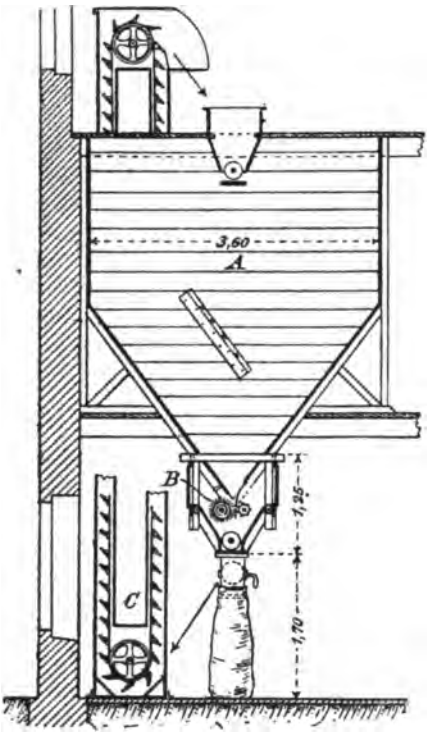


Abb. 732.

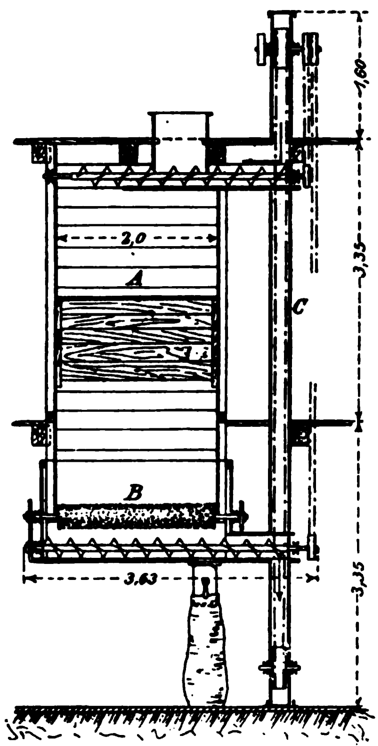


Abb. 733.

Abb. 732—735. Mehlsilos von C. G. W. Kapler in Berlin.

Mischvorrichtung *B* und dem Elevator *C*. Der untere Abschluss des Silos *A* wird an den Längsseiten einerseits durch einen Regulierschieber, anderseits durch ein Rüttelblech gebildet, welches in Gelenken beweglich an der Behälterwand aufgehängt ist. Die ganze zur Mischung kommende Mehlmenge wird durch einen Rumpf in den Behälter geschüttet, und zwar ohne Vorsortierung. Eine unter dem Rumpfe liegende Schnecke (ohne Trog) verteilt das Mehl, während eine im Behälter fest aufgehängte schräge Fangwand bewirkt, dass es locker liegt. Das Rüttelblech wird durch Rüttelscheiben bewegt, so dass das im Silo liegende Mehl in langer, dünner Schicht auf dem Blech herabgleitet; hierbei wird es von einer schnell rotierenden Bürstenwalze erfasst, die es herunterbürstet und dabei auch etwaige Klümpchen auflöst, indem die Bürste das Blech auf etwa 50 mm Höhe mit gelindem Druck berührt. Das Mehl fällt nun in die untere Sammelschnecke, läuft in den Elevator *C* und wird in die obere Verteilschnecke entleert, die es wieder in vielen Schichten oben im Silo *A* ablagert. In dieser Weise werden

[1]) Vgl. auch unten „**Müllbeseitigung**“.

die Mehlsorten fortwährend zerteilt, aufgelöst, gesammelt und auseinander gezogen, so dass ein zwei- bis dreimaliger Rundlauf in denkbar kürzester Zeit ein so gleichmässiges Mehl ergibt, wie es mit Durchschaufeln von Hand niemals zu erreichen ist. Nach beendeter Mischung wird ein Schieber im Sackrohr geöffnet, und das Mehl fällt in die vorgehängten Säcke.

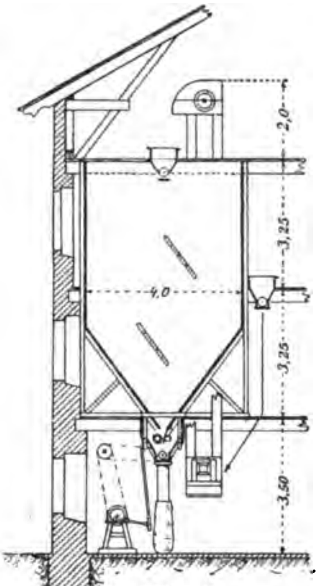


Abb. 734.

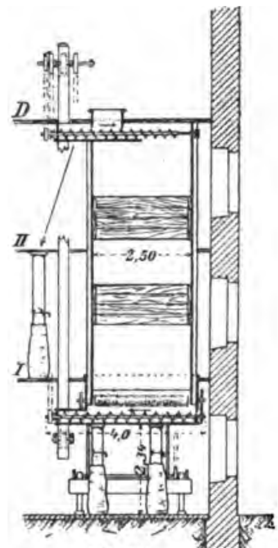


Abb. 735.

Die Silobehälter werden mit einem Fassungsraum von 2500 bis 11500 kg gebaut. Abb. 734 und 735 stellen grössere Kammern in Quer- und Längsschnitt dar, und zwar für rund 20000 kg Fassung.

Wie die Mühlen, so haben auch die meisten Mälzereien und Brauereien ununterbrochenen Betrieb, und da sie, was den Transport des Rohmaterials, d. h. der Gerste und des Malzes, anbelangt, unter ähnlichen Bedingungen arbeiten wie jene, so findet man in beiden ganz ähnlich ausgebildete Transport- und Lagereinrichtungen [64].

In der in Abb. 736 veranschaulichten Zementfabrik wird der von den Mahlgängen A kommende fertige Zement durch Elevatoren EE gehoben und der Reutherschen selbsttätigen Wage W (vgl. S. 252 ff.) zugeführt, aus der er in einer Schnecke C in die Silos B gelangt. Beim Versand wird er den letzteren mit Hilfe der Schnecke C_1 entnommen, durch den Elevator D gehoben und der Wage W_1 in einer Schnecke zugeführt. Jede Entleerung von W_1 gibt genau eine Sackfüllung.

Aehnlich ist der Vorgang in Trassmühlen, Thomasphosphatmühlen u. dgl.

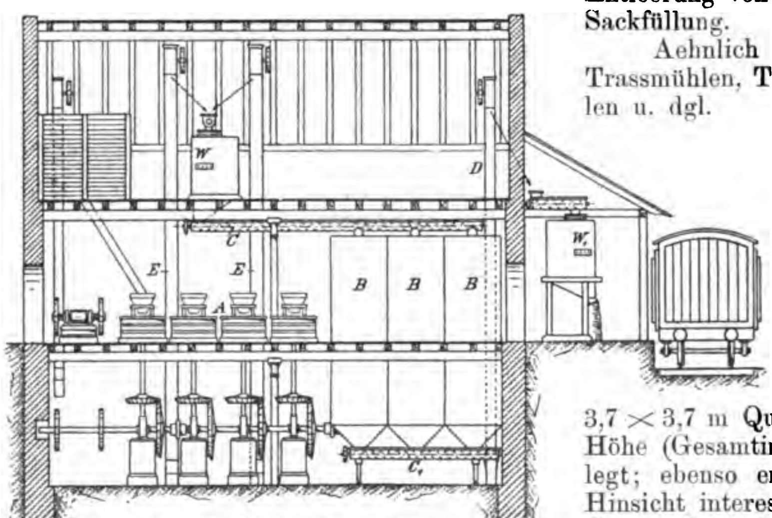


Abb. 736. Zementfabrik (Silos für Zement).

In der gleichfalls vom Eisenwerk vorm. Nagel & Kaemp, A.-G., ni Hamburg gebauten Portlandzementfabrik in Lengerich sind ebenfalls zwölf hölzerne Silos von 3,7 × 3,7 m Querschnitt und 11 m Höhe (Gesamtinhalt 4500 t) angelegt; ebenso enthält die in vieler Hinsicht interessante (von Amme, Giesecke & Konegen in Braunschweig gebaute) Zementfabrik von E. Riege in Emmerthal bei Hameln Zementsilos. Grosse zylindrische Eisensilos besitzt die Stettiner Portlandzementfabrik (Durchmesser 9 m, Höhe 10 m, untere Blechstärke 9 mm, Inhalt je 1500 t).

In dieser Fabrik ist auf die Entfernung des schädlichen Zementstaubes grosse Sorgfalt verwandt. Die Einrichtung in Stettin (Abb. 737), welche sich seit 1886 bestens bewährt hat, beruht darauf, dass der Staub an der Stelle abgesogen wird, wo er entsteht, und zwar geschieht das, wenn der Zement durch die Schnecke A

aus der Mühle in den Silo *B* geführt wird und dabei die mit Staubteilen erfüllte Luft verdrängt. Diese wird durch das Rohr *C* vermittelst des Saugers *D* (von rund 750 mm Flügelraddurchmesser) abgesogen und in die Filterschläuche *E* (von Nessel) geführt, die rund 200 qm Filterfläche haben. Der Druck in den Schläuchen darf nicht mehr als 15 mm Wassersäule betragen. Die Luft geht durch diese Filter staubfrei in den Raum des Speichers, während der Staub sich an den Innenwänden ansetzt. Täglich etwa zweimal, während der Sauger stillsteht, wird der Staub durch Abklopfen mit langen Stöcken in ein daruntergestelltes Gefäss entleert und der Produktion wieder zugeführt.

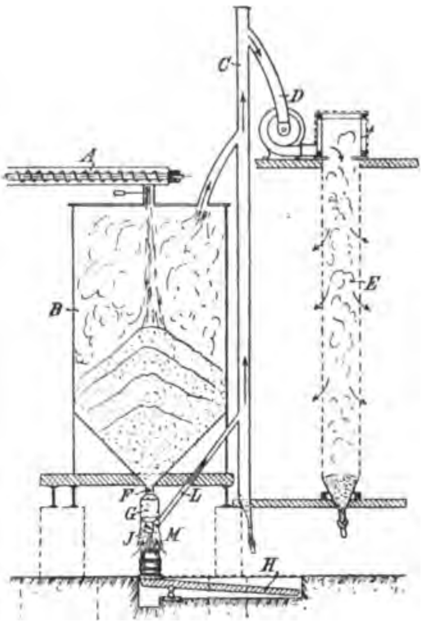


Abb. 737. Staubsilo der Stettiner Portlandzementfabrik.

Ist der Silo *B* gefüllt und soll sein Inhalt in Fässer verpackt werden, so öffnet man die Drosselklappe *F*, und der Zement strömt in den Zylinder *G*, welcher annähernd den Inhalt eines Fasses aufzunehmen vermag. Hierauf schliesst man die Klappe *F*, setzt ein leeres Fass auf die Rüttelvorrichtung *H* und öffnet die Klappe *I*, so dass der Inhalt des Zylinders *G* langsam in das Fass hineinläuft und festgerüttelt wird. Die Luft, welche der in das Fass hineinströmende Zement verdrängt und die wiederum mit feinsten Staubteilchen ganz erfüllt ist, muss nun abgesogen werden, damit sie sich nicht dem Arbeitsraume mitteilt. Dazu dient das mit dem vorher erwähnten Sauger *D* verbundene Rohr *L*. An dem Zylinder *G* hängt ein Beutel *M*, der bis dicht über das Fass reicht, so dass man gerade noch dessen allmähliche Füllung beobachten kann. Dieser Beutel dient dazu, die von den Seiten zuströmende Luft etwas zurückzuhalten, so dass der Sauger gezwungen wird, die Luft aus dem Fassinhalt abzusaugen. Ist der Zylinder *G* entleert, so wird das Fass nahezu gefüllt sein. Durch Oeffnen der beiden Klappen kann der noch fehlende Betrag an Zement von dem Arbeiter, welcher sonst an dem Vorgange der Füllung unbeteiligt ist, leicht zugesetzt werden. Es wird nun die Klappe *I* geschlossen, *F* geöffnet, und der Vorgang beginnt von neuem in der beschriebenen Weise. Vgl. Abb. 705 und 706, S. 287 (Staubkammern).

Leider stellten sich die **Gebäudelager für Kohlen** [67] bei den bisher verwendeten Baustoffen, Stampfbeton- und Eisenkonstruktionen, meist recht teuer (s. unten). Erst in den letzten Jahren ist es durch die Verwendung des Eisenbetons als Baumaterial ermöglicht worden, „grossräumige“ Silos für Kohlen und ähnliche Rohstoffe herzustellen, welche diese Lagerungsweise für weite Verwendungsgebiete wirtschaftlich möglich machen. Ausserdem führten die gesteigerten Löhne dazu, das Füllen und Entleeren der Lagerräume möglichst mechanisch zu bewerkstelligen und vor allem die langwierige Handarbeit bei dem meist viel lästigen und ungesunden Staub erzeugenden Wiederaufnehmen des Gutes zu beseitigen. Zwar lassen sich für die letztgenannte Arbeit in grossen Betrieben vielfach mit Vorteil Selbstgreifer (s. Greifer) verwenden, doch sind diese nicht für alle schüttbaren Brennstoffe brauchbar und bedingen ausserdem eine geübte und sorgsame Bedienung. Man wird daher besonders in weniger grossen Betrieben vielfach eine Silolagerung für Kohlen vorziehen, da sich hierbei die Beförderung der Kohle zur Verbrauchsstelle durch gewöhnliche Schmalspur- bezw. Hängebahnen, Förderrinnen, Gurtförderer u. s. w. in sehr einfacher Weise bewerkstelligen lässt.

Besonders bei einigen in Zürich und Darmstadt infolge von Selbstentzündung (s. unten) entstandenen Kohlenbränden hat sich die Einrichtung der

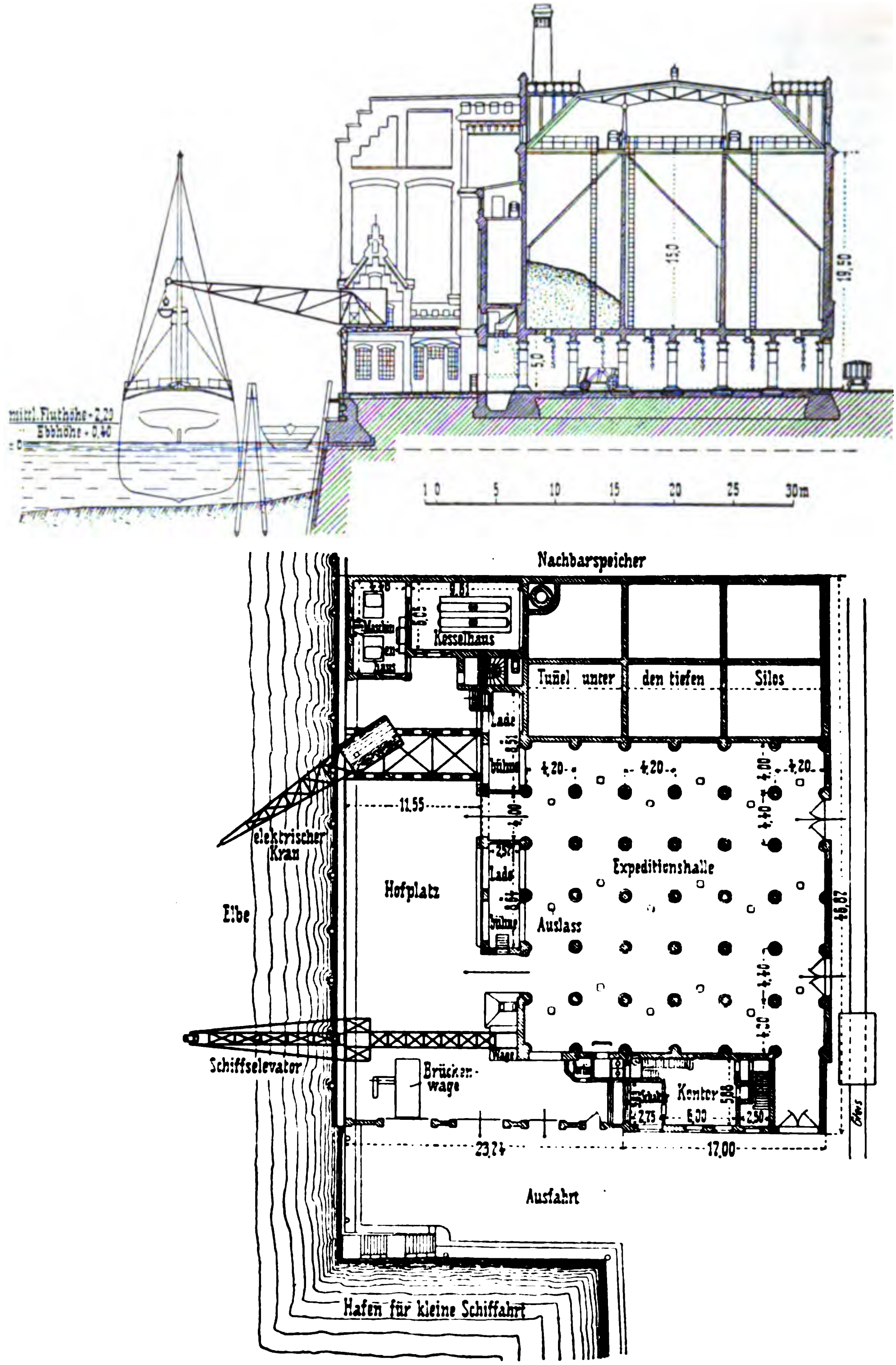


Abb. 738 u. 739. Kohlensilospeicher von Possehl & Co. in Altona.

Silos vorzüglich bewährt; es konnten dort mittels der vorhandenen Förderrinnen die Behälter ohne weitere Unkosten in kurzer Zeit entleert werden. Ueberhaupt bietet die Lagerung der Kohle in Silos aus Eisenbeton, die durch feuersichere Zwischenwände in nicht allzu grosse Abteilungen getrennt sind, den grössten

Schutz gegen die Selbstentzündung und, falls eine solche doch „eintreten“ sollte, gegen die weitere Ausbreitung des Brandes; denn sobald die Entleerungsvorrichtungen dicht schliessend ausgebildet sind, kann ein Zutritt von Verbrennungsluft nur noch von obenher erfolgen.

Abb. 738 und 739 zeigen den 1896 in Betrieb gekommenen Kohlenhof von Possehl & Co. in Altona. Der Speicher enthält sechs bis zur Strassenoberfläche reichende Silos von 21 m und neun von 15 m Höhe; jene haben einen Querschnitt von 8,4 m $\times$ 6,68 m und fassen 1000 t; diese haben eine Grundfläche von 8,4 m $\times$ 8,8 m und können 800 t aufnehmen. An der Kaimauer trägt ein schmiedeiserner Turm einen Elevator von G. Luther, der durch zwei Brücken mit dem Speicher verbunden ist. Auf der unteren Brücke läuft ein Förderband, welches die Nusskohlen zu einer Reutherschen registrierenden Wage (vgl. S. 252 ff.) schafft, von wo sie durch einen Innenelevator und die im Bodenraume befindlichen Bänder und Abwurfwagen in die mit Wandrutschen ausgestatteten Silozellen befördert werden. Zur Einladung der grösseren Kohlen ist ein fahrbarer Halbportalkran vom Eisenwerk vorm. Nagel & Kaemp und Siemens & Halske, A.-G., vorgesehen. Die ganze Anlage wird elektrisch betrieben, und zwar dient für den Vollbetrieb eine 120pferdige Maschine, während eine 45pferdige Maschine für kleineren Betrieb als Reserve dient.

Damit in bestimmten Zeiträumen die in den verschiedenen Schichten herrschende Temperatur mittels Thermometers gemessen werden kann, sind senkrechte eiserne Schlitzrohre in den Zellen angebracht; so ist der immerhin möglichen Selbstentzündung der Kohlen am sichersten vorgebeugt.[1])

Nicht nur in Hafengebieten, sondern auch in andern Städten mit grossen industriellen Werken werden neuerdings umfangreiche Kohlenspeicher zum Bedürfnis.

Wo es sich bei uns um die Lagerung englischer Kohlen handelt, die sich verhältnismässig schwer bis zur Selbstentzündung erhitzen, wird oft im Freien bis zu einer Höhe von 15 m und mehr gestapelt; deutsche Kohle aber verträgt eine solche Behandlung nicht. Die englischen Gasanstalten in Berlin lagern z. B. für den Winter bis zu 60000 t englischer Kohle in einem einzigen unbedeckten Stapel, ohne dass erfahrungsgemäss trotz kräftiger Innenlüftung und starker Erwärmung je eine Selbstentzündung eingetreten wäre. Deutsche Kohle, die auf den städtischen Gasanstalten in Berlin und Charlottenburg und bei dem Krafthause „Oberspree“ der Berliner Elektrizitätswerke weit niedriger gelagert war, hat wiederholt und zuweilen lange infolge von Selbstentzündung gebrannt. Die westfälische Kohle ist durch ihren hohen Schwefelkiesgehalt in dieser Beziehung noch gefährlicher als schlesische Kohle. Wenn daher grosse Vorräte deutscher Kohlen innerhalb von Stadtgebieten in Speichern, die mit maschinellen Vorrichtungen ausgerüstet sind, gelagert werden sollen, so ist auf die Feuergefahr Rücksicht zu nehmen.

Bei den Gasanstalten mit Bahnanschluss verlangt der Magistrat von Berlin einen Kohlenbestand von 30% des Jahresbedarfes; wo nur Wasseranschluss vorhanden ist, sind rund 70% vorgeschrieben. Rechnet man, dass aus 1 t Kohle etwa 280 cbm Gas erzeugt werden, so kommt auf eine Anstalt, die 500000 cbm am Tage erzeugen soll, ein Tagesbedarf von 1785 t oder eine Jahresmenge von 650000 t Kohle. Auf Lager wäre also bei Bahnanschluss eine Kohlenmenge von rund 200000 t zu halten.

Die Ausnutzung sowohl des teuern Baugrundes in Städten als auch der Ladevorrichtungen bedingt, dass die Kohlenhaufen statt nebeneinander in gedeckten Räumen übereinander untergebracht werden; man hat also Kohlensilos anzuwenden. Da jedoch mit der Lagerhöhe die Gefahr der Selbstentzündung wächst, so dürfte sich bei solchen Anlagen eine vom Verfasser vorgeschlagene Anordnung (D.R.P.

---

[1]) Vgl.: Die Selbstentzündung von Heu, Steinkohlen und geölten Stoffen, Medem. 1895 und 1898; Étude scientifique et juridique sur les combustions spontanées etc. von E. Tabariés de Grandsaignes, Paris 1898; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, S. 1106 und 1442; 1895, S. 1120; 1907, S. 755 ff.; Glasers Annalen 1906, II, S. 239; Welt d. Technik 1906, S. 492 u. s. w.

Nr. 118244 vom Jahre 1899) empfehlen, die an Hand der Abb. 740 und 741 kurz beschrieben werden soll [68].

Zur Verminderung der Lagerhöhe sind die Zellen in zwei (oder mehrere) übereinander liegende Abteilungen *O* und *U* getrennt, die unabhängig voneinander zu füllen, zu entleeren und zu lüften sind. Das zu Schiff ankommende Material wird durch die Fördervorrichtungen *T* und T_1, die nach Umständen auch zu vereinigen sind (Becherkette), über die Silozellen geschafft und entweder über die Rutschen *r* in den oberen Behälter *O* oder durch die Abfallrohre *A* bezw. unter Zuhilfenahme der Schieber *ss* in die unteren Abteilungen *U* eingelagert. Die Mündungen der Abfallrohre *A* sind bei *a* nach Belieben zu öffnen und zu schliessen, je nachdem man in die unteren oder oberen Zellen füllen will; zugleich dienen die Rohre zur Entlüftung für die unteren Zellen.

Die mit der Eisenbahn oder mit Landfuhrwerk ankommende Kohle gelangt durch die verschliessbaren Rutschen R_1 und R_2 auf die Fördervorrichtung T_1. Die Rutschen R_1 an den Längswänden des Speichers werden benutzt, wenn die Behälter *U* leer sind; die Rutschen R_2 an den Giebelseiten sind stets zu gebrauchen.

Neben der geringen Lagerhöhe ist zur Verhütung der Selbstentzündung ausreichend für Umstech- und Entleervorrichtungen zu sorgen. Die oberen Zellen

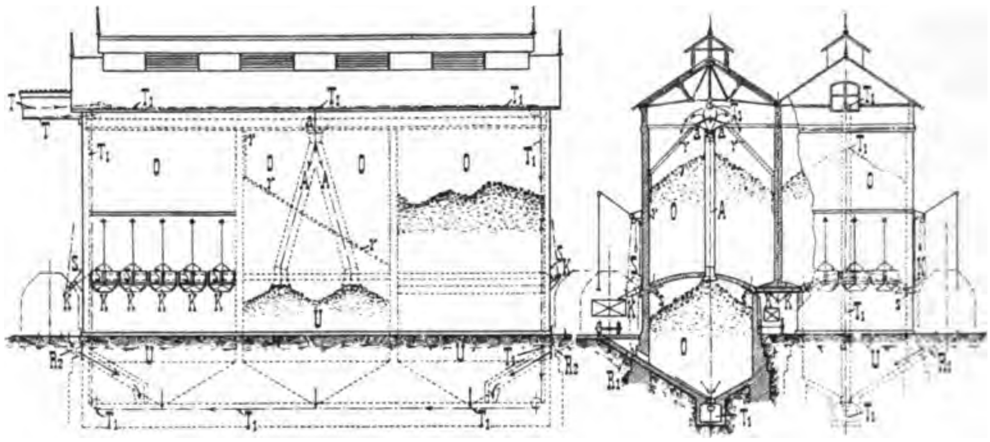


Abb. 740 u. 741. Buhlescher Kohlensilo mit Einrichtung zur Verhütung der Selbstentzündung.

werden durch Schieber *S* und Klapprutschen *K* in Landfuhrwerk oder Eisenbahnwagen entladen, während die unteren Abteilungen das Material zunächst auf die Fördervorrichtung T_1 geben, die es in die oberen Zellen überführt. Zur Umlagerung der Kohle von den oberen in die unteren Zellen dienen die Schieber *ss*.

Die Temperatur wird in den Räumen *O* und *U* in verschiedenen Höhen durch stetige Messungen mit Maximumthermometern überwacht, die in Gasröhren innerhalb der Kohlenhaufen aufgehängt sind.

Die Kohle ist bei der gewählten Anordnung in der Mitte gelagert, während die Fördervorrichtungen in senkrechter und in wagerechter Ebene an den Umfang gelegt sind. Ein wesentlicher Vorteil liegt in der Billigkeit, mit der Lagerung sowie An- und Abfuhr zu bewältigen sind. Abweichend von den bisher gebauten Kohlensilos (vgl. auch den in des Verfassers mehrfach erwähntem Buch [1]) beschriebenen 30000 t-Speicher der Danske Kulkompagnie in Kopenhagen) ist der Speicher in Strassenhöhe nicht nach allen Seiten hin befahrbar, sondern der wertvolle Raum in und unter Strassenhöhe ist bis auf eine wenig Platz beanspruchende Durchfahrt zur Lagerung ausgenutzt. Dadurch fallen die teuern Gründungs-, Säulen- und Deckenkonstruktionen fort. Die allmähliche Umlagerung der unteren Bestände in die entleerten oberen Abteilungen geschieht leicht und ohne grosse Kosten unter gleichzeitiger Lüftung und Kühlung des Materials.

---

[1]) Buhle, Transport- und Lagerungs-Einrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 55 ff. und Tafel VII (Glasers Annalen 1898, II, S. 67 ff. u. Taf. III).

Die Firma Gebr. Rank in München sucht diese Aufgabe nach Massgabe der Abb. 742—745 zu lösen [69]. Die Kohle wird auf schrägen (etwa unter dem Böschungswinkel geneigten) Böden, die taschenartig übereinander greifen, gelagert. Der Bau eines solchen Silos ohne zu hohe Kosten ist erst durch den Eisenbeton ermöglicht worden; eine derartige grössere Anlage dürfte im Frühjahr 1908 zur Ausführung kommen. Leider setzen zurzeit die Bestimmungen der Feuerversicherungsgesellschaften dem Bau von Silospeichern für Kohlen ein wesentliches Hindernis entgegen, indem sie eine hohe Schüttung überhaupt nicht oder nur gegen bedeutend erhöhte Prämien zulassen. Da hierdurch gar nicht den wirklichen Verhältnissen Rechnung getragen wird, gerade der Hauptvorteil der Silolagerung aber in der Möglichkeit besteht, eine grosse Schütthöhe anzuwenden und dadurch die Grundfläche auszunutzen, so ist auf Veranlassung der genannten, besonders interessierten Münchner Firma von dem Ausschuss der Vereinigung in Deutschland arbeitender Feuerversicherungsgesellschaften im Jahre 1907 zugesagt,

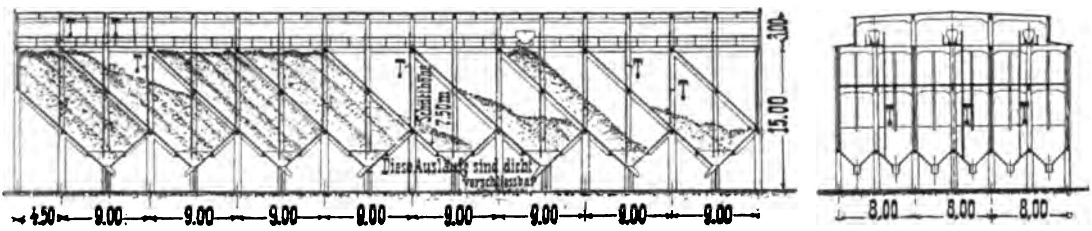


Abb. 742 u. 743. Schütthöhe der Kohle bis 7,5 m. Inhalt jeder Tasche etwa 550 t.

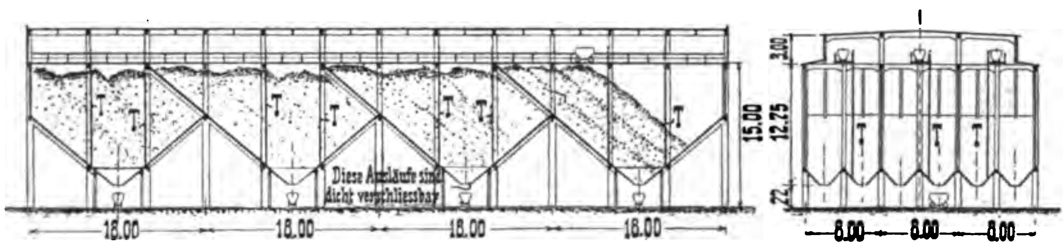


Abb. 744—745. Schütthöhe der Kohle bis 10 m. Inhalt jeder Tasche etwa 1000 t.
T sind Rohre zum Messen der Temperatur.
Abb. 742—745. Kohlensilos aus Eisenbeton (Bauart Gebr. Rank in München).

die Frage der Versicherung von Kohlensilos aus Eisenbeton erneut zu prüfen, um möglichst die Aufstellung allgemein gültiger Grundsätze über die Versicherung von Kohlenlagern zu bewirken.

Bekanntlich wendet man jetzt im wesentlichen zwei Arten der Kohlenlagerung an: Einmal schüttet man die Kohlen in weiten Flächen auf ebner Erde in Höhen von 5—8 m und überspannt diese Lager mit fahrbaren Brücken, von denen aus das Gut jeder beliebigen Stelle des Lagers zugeführt oder von dort entnommen werden kann (s. Hochbahnkrane und Haufenlager). In diesem Falle lagert die Kohle im Freien oder in weiten, seitwärts offenen Hallen. Diese Art der Lagerung ist z. B. angewandt bei den Berliner Elektrizitätswerken [70], dem Gaswerke Königsberg, Mariendorf bei Berlin [71], Charlottenburg [72] u. s. w. Bei der zweiten Art der Lagerung wendet man das Silosystem an. Hierbei lagert die Kohle in seitwärts geschlossenen Räumen und kann durch die trichterförmigen Böden in verhältnismässig kurzer Zeit (meist etwa in 2—5 Tagen) vollständig nach unten hin abgelassen und dort auf mechanischem Wege fortgeschafft (umgelagert) werden. Bei der Unterbringung der Kohlen in Silos ist zur Entleerung der Zellen also das eigne Gewicht der Kohlen nutzbar gemacht, was hinsichtlich der Bekämpfung von Kohlenbränden einen grossen Vorteil bedeutet, während es bei den Haufenlagern zu ebener Erde umgekehrt deren Räumung erschwert. Derartige Silobauten sind in den letzten Jahren ausgeführt für die Gaswerke Darmstadt [73], Zürich [74], Bern, Haarlem, Kopenhagen, Elektrizitätswerk Brüssel u. s. w.

Ferner befindet sich ein solches Lagerhaus im Bau (1907) im städtischen Gaswerk VI in Berlin-Tegel [75] für einen Fassungsraum von 170000 t. Dieser Kohlenspeicher (Abb. 746—746 c), Bauart des Zivilingenieurs E. Meier in Berlin, hat bei einer Breite von 52 m eine Länge von 574 m (!); welchen Umfang hiernach die Hängebahnanlage des Kohlenspeichers besitzt, ergibt sich aus der Tatsache,

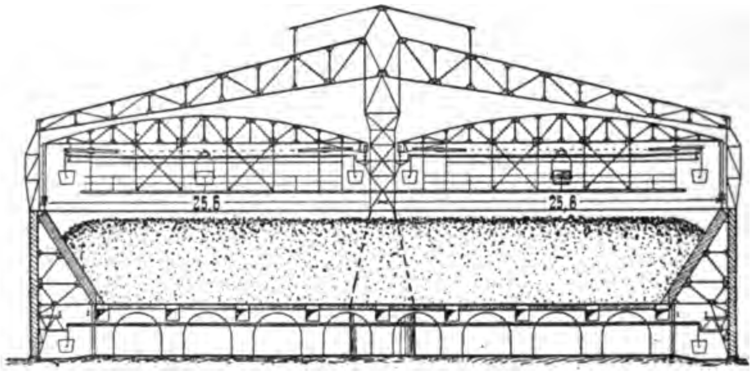


Abb. 746. Kohlenspeicher des Gaswerks Tegel-Dalldorf (Bauart E. Meier in Berlin, D.R.P. Nr. 192976).

dass sich in ihm nicht weniger als 2 km maschinell betriebene Hängebahnen in den Längsstrecken und 2,5 km handbetriebene Hängebahnen in den Querstrecken, also im ganzen 4,5 km, befinden. Das Abziehen der Kohle erfolgt von dem Boden des Speichers, der zu diesem Zweck in bekannter Weise mit Schräg-

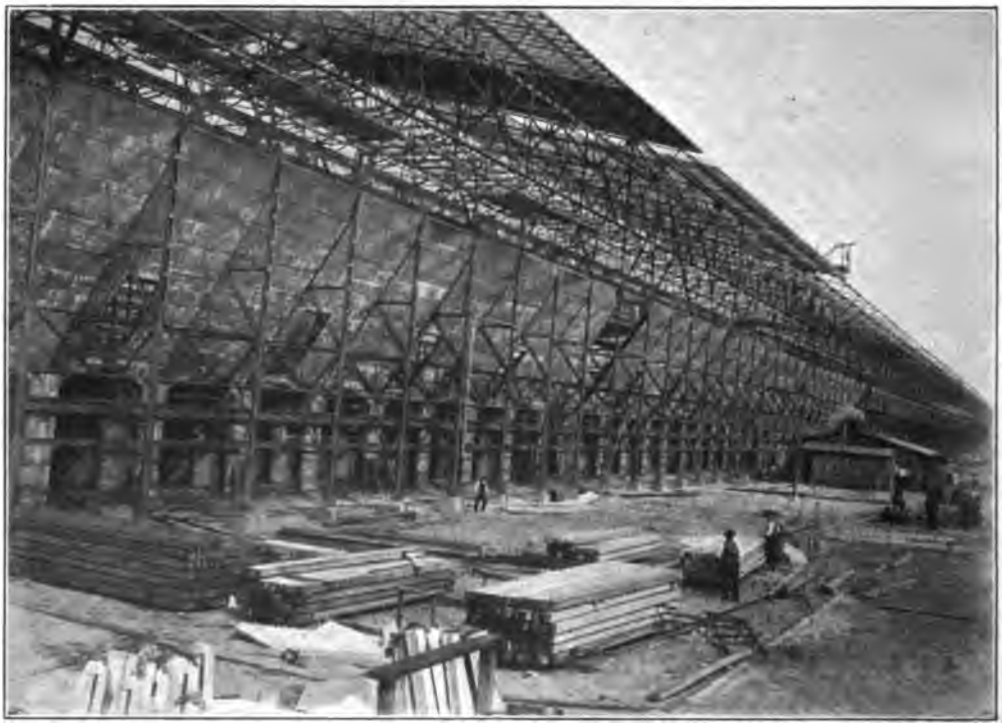


Abb. 746 a.

ausläufen versehen ist. Nur liegen diese nicht, wie bei Speichern mit Bodenentleerungen in den meisten Fällen üblich, frei, sondern sie sind in die Mittelpfeiler, die gleichzeitig als Abstützung des unteren Schrägbodens dienen, eingebaut. Hieraus ergibt sich u. a. eine ausserordentlich vorteilhafte Anordnung der Auslaufschurren (s. Rutschen, Abb. 606).

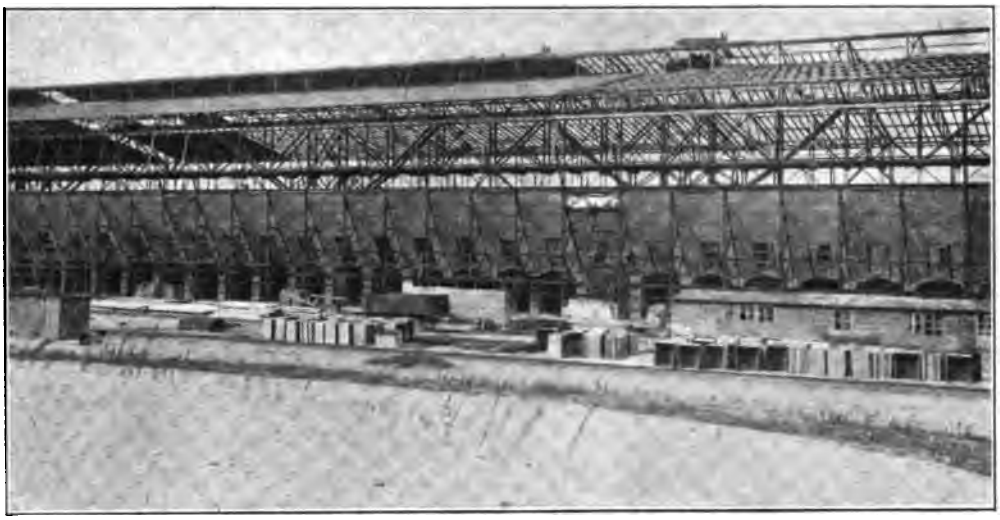


Abb. 746 b.

Ein weiterer Vorzug der Lagerung von Kohle in Silos entsteht in denjenigen Betrieben, die mit beschränkten Raumverhältnissen zu rechnen haben. Es lässt sich in diesem Falle bei einer geeigneten Anordnung der Gesamtanlage fast die ganze bebaute Grundfläche für andre Zwecke nutzbar machen, da die Förderkanäle zum Entleeren der Silos nur wenig Platz einnehmen. Bei den älteren Siloanlagen aus Stampfbeton war das nur in beschränktem Masse möglich, weil dort die Unterbauten der Zellen zu schwer wurden, daher zuviel Platz fortnahmen und eine Tageslichtbeleuchtung der betreffenden Räume verhinderten. Bei Verwendung von Eisenbeton als Baustoff ruhen hingegen die schrägen Siloböden auf verhältnismässig dünnen Säulen und lassen den ganzen Platz unterhalb des Kohlenlagers frei. Welche weiten und hohen Räume auf diese Weise gewonnen werden, veranschaulichen Abb. 747 und 748.

Derartige Silobauten sind für die verschiedensten Industriezweige zur Lagerung von Kohle und ähnlichen Massengütern von Gebr. Rank in München



Abb. 746 c.

ausgeführt. So wurde die in Abb. 747 dargestellte Anlage für das neue Gaswerk Fürth i. B. erbaut. Die Kohle lagert dort in einer Höhe bis zu 9 m auf ebenen Böden, die durch breite Auslauftrichter unterbrochen werden. Durch diese Anordnung hat man sich die Möglichkeit vorbehalten, auch seitwärts durch Türen an die Lager heranzukommen und dort Kohle zu entnehmen.

Abb. 748—752 veranschaulichen ein andres Kohlenlagerhaus, das die genannte Firma für das von dem technisch vorbildlich-fortschrittlich gesonnenen Direktor

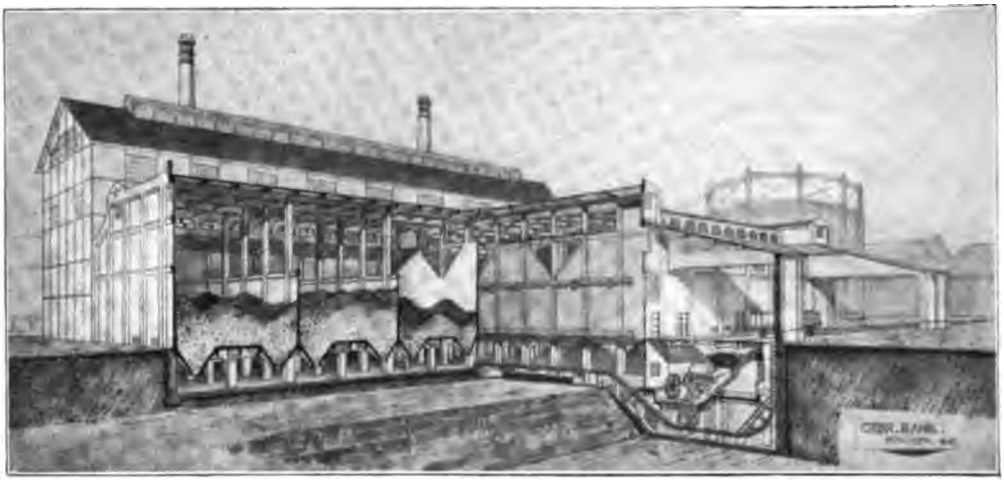


Abb. 747. Kohlenlagerhaus für 15000 t im Gaswerk Fürth i. B.

Weiss geleitete Gaswerk Zürich-Schlieren [76] in neuester Zeit ausgeführt hat (s. oben). Wie günstig sich die Baukosten von Silobehältern in Eisenbeton stellen, zeigt ein Vergleich der älteren dortigen Lageranlage [77] mit der neuen; der alte Silo hat bei etwa 14000 t Inhalt über 400000 ℳ gekostet, wohingegen sich der Preis der neuen Anlage bei 18000 t Lagerfähigkeit nur auf rund 270000 ℳ beläuft. Vgl. Abb. 56—59, S. 27.

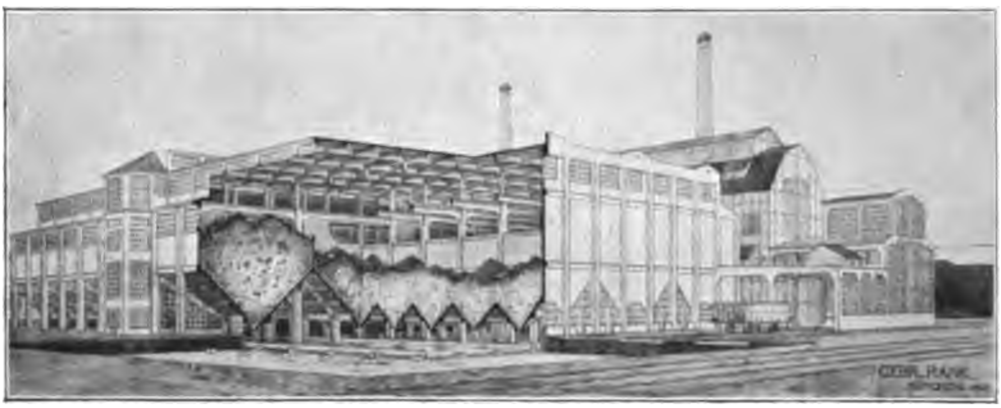
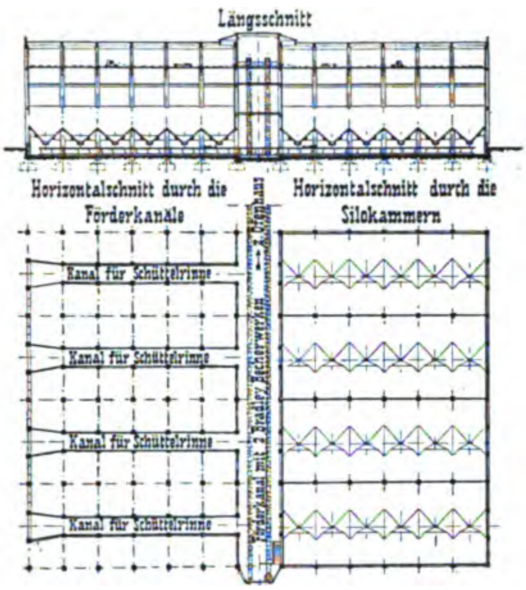


Abb. 748. Kohlenlagerhaus für 18000 t im städtischen Gaswerk Zürich-Schlieren.

Die Böden der Lagerräume sind bei dem neuen Züricher Silo (Abb. 748 bis 752) in der ganzen Breite schräg gelegt, so dass die Kohle vollständig selbsttätig nach den Förderrinnen auslaufen kann. Unter zweien solcher Böden der benachbarten Lagerräume entstehen dann die erwähnten Nebenräume, die von aussen erhellt werden und als Magazine u. dergl. Verwendung finden. Bei dieser Anlage sind auch die Ueberdachung des Bahnwagenkippers (Abb. 748) an der vorderen Giebelseite des Kohlenlagerhauses sowie die Decken zwischen



dem Kohlen- und dem dahinter liegenden Ofenhause aus Eisenbeton hergestellt. Bei beiden Bauten, in Fürth wie in Zürich, ist in architektonischer Beziehung durch zweckmässige Einteilung der Säulenfelder und Fensterflächen ein einfaches, wirkungsvolles

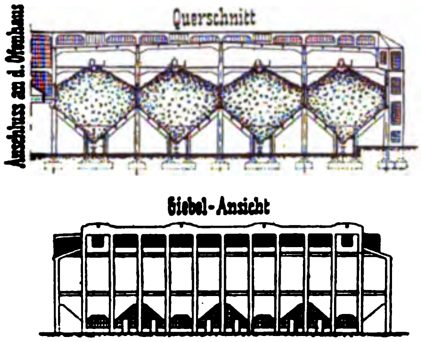


Abb. 749—752. Kohlenlagerhaus in Eisenbeton für das städtische Gaswerk in Zürich-Schlieren (~ 1:1000).

Aussenbild erreicht worden. Die mechanischen Fördereinrichtungen wurden in beiden Anlagen von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G. in Berlin geliefert.

Eine weitere interessante Anwendung des Eisenbetons zeigt Abb. 753, welche die neuerbaute Kohlenwäsche für die Kgl. Grube Peissenberg in Oberbayern darstellt. Es sind dort sämtliche Behälter für die verschiedenen Kohlensorten, ferner die Schlammbehälter sowie die Säulen und Decken in einheitlicher Weise in Eisenbeton von Gebrüder Rank ausgeführt. Die maschinelle Einrichtung dieser Wäsche wurde von der Maschinenbauanstalt Humbold in Kalk bei Cöln geliefert.

Endlich sei in diesem Zusammenhang noch hingewiesen auf die sowohl

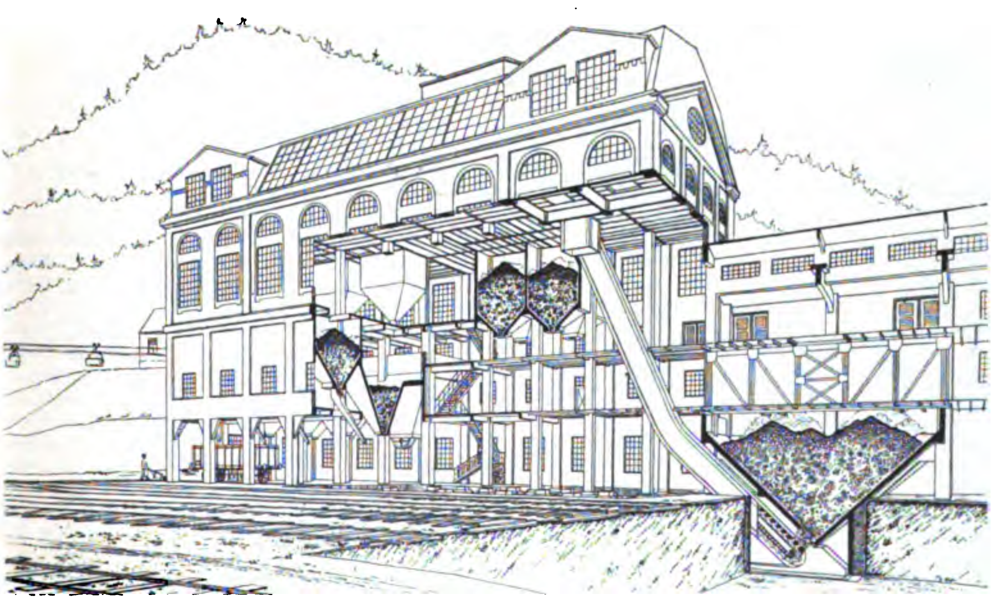


Abb. 753. Kohlenwäsche für die Kgl. Grube Peissenberg i. Oberbayern.

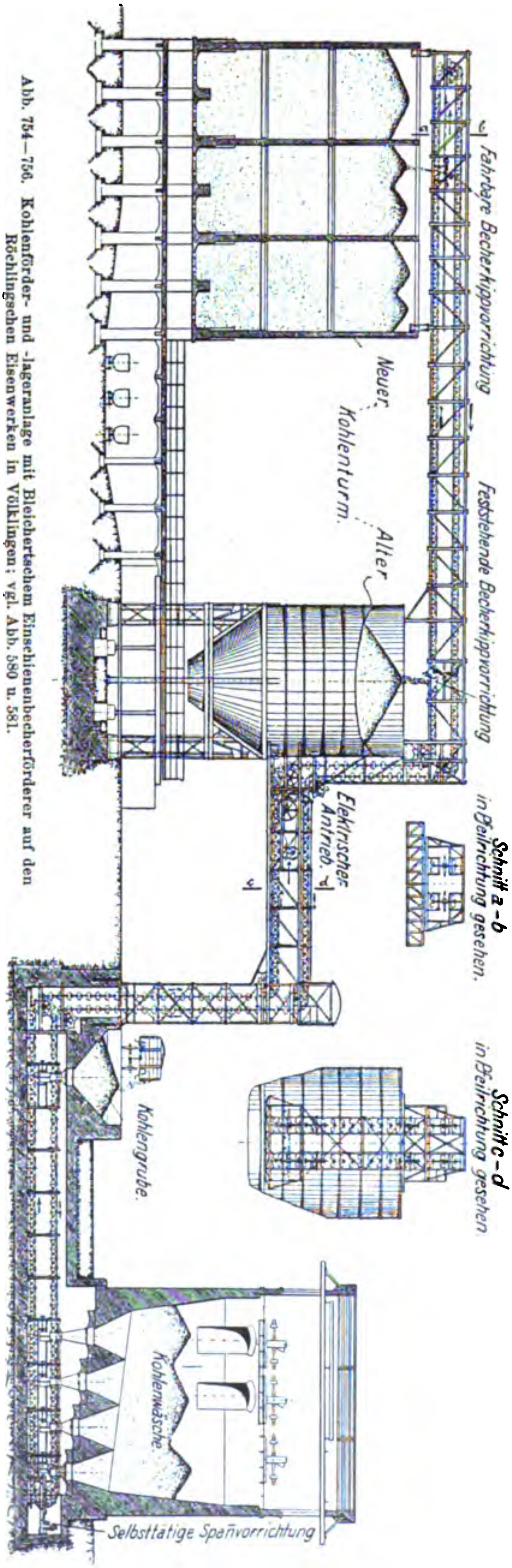


Abb. 754–756. Kohlenförder- und -lageranlage mit Bleichertschem Einschienenbecherförderer auf den Röchlingschen Eisenwerken in Völklingen; vgl. Abb. 580 u. 581.

hinsichtlich der Fördermittel als auch bezüglich der vielgestaltigen Lagereinrichtungen höchst bemerkenswerte neuartige Anlage auf den Röchlingschen Eisen- und Stahlwerken in Völklingen a. Saar. Die aus Abb. 754–756 wohl ohne Erläuterung grundsätzlich verständliche, im Jahre 1907 in Betrieb gesetzte Anlage dient zur Förderung von Feinkohle; erwähnt sei darüber nur, dass bei Ingebrauchnahme des Bleichertschen Einschienenbecherwerkes (vgl. Konveyor), das in seiner Ausdehnung und Leistung wohl mit zu den grössten derartigen Anlagen zählen dürfte, der erforderliche Arbeitsbedarf sich auf kaum 15 PS. belief; dabei beträgt die Gesamtlänge 280 m, die Hubhöhe 35 m und die stündliche Leistung 100 t.

In ähnlicher Weise wie für die Kohle beginnt man neuerdings auch für andre schwere Massengüter wie Erze, Steine u. s. w. den Eisenbeton zum Bau von Lagerungseinrichtungen nutzbar zu machen, und es ist zu erwarten, dass die mit dieser Lagerungsweise verbundenen Vorteile: vorzügliche Raumausnutzung, möglichste Vermeidung der Handarbeit, billige und einfache Förderung der Lagerungsstoffe, dazu führen, dass derartige Bauten in nächster Zeit in zahlreichen Ausführungen entstehen werden.

Literatur: Getreide: [1] Buhle, T. L., S. 3 und 10 (Glasers Annalen 1899, I, S. 18 u. 37); Ders., ebend., S. 39 (Glasers Annalen 1898, I, S. 187); Ders., T. H., II, S. 146, 153, 162, 172 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 222, 224, 225, 230 ff.); Ders., „Hütte", 19. Aufl., I. Teil, S. 1268; desgl. 20. Aufl.; Ders., T. H., III, S. 10 und 16 ff. (Deutsche Bauztg. 1904, S. 546 und 553 ff.); S. 75 (Gewerbefleiss 1904, S. 292); S. 76 und 137 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 414 und 411); S. 177 (Müller, 1905, S. 2 ff.), S. 283, u. s. w.; ferner Baumgartner, Handbuch des Mühlenbaues u. s. w., Berlin 1902, I_2, S. 832 ff.; Ders., Mühlen- und Speicherbau, Hannover 1906, S. 110 ff.; Kettenbach, Der Müller und der Mühlenbauer, Leipzig 1907, Bd. 1, S 92 ff. — Vgl. ferner: Literatur Bodenspeicher: Buhle, Ohrt, Hager, G. Luther, Klasen; desgl. Lufft, Dingl. Polyt. Journ. 1907, S. 785 ff.; Zimmer, Mechanical handling of material, London 1905, S. 435 ff.; Rasch, Jahrbuch der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1903, S. 376 ff., u. s. w. (s. unten); Schmidt, Mühlen- und Speicherbau 1908, S. 16 ff.; Ders., Rundschau für

Technik und Wirtschaft 1908, S. 11 ff.; Ders., Handbuch d. Architekten, Teil IV, Halbbd. 3, Heft 1 (Abt. III, B, Kap. 9 unter 6), Stuttgart 1901. — [2] Buhle-Pfitzner, T. H., III, S. 184, und II, S. 149. — [3] Kölle, Das städtische Tiefbauwesen in Frankfurt a. M., 1903, S. 234 ff., sowie Baumgartner, Handbuch (s. [1]), S. 834, und Kettenbach [1], S. 96. — [4] Mörsch, Der Eisenbetonbau, seine Theorie und Anwendung, Stuttgart 1908; desgl., Betonkalender 1908, II. Teil, S. 245 ff. — [5] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 126 und 792. — [6] Buhle [1] und Britton, Percy Wilson, Excerpt Minutes of Proc. Inst. Civ. Eng., Bd. 126, 1895/96. — [7] Luther, G., Die Konstruktion und Einrichtung der Speicher u. s. w., Braunschweig 1886. — [8] „Daheim" 1904, Nr. 13. — [9] Klasen, L., Grundrissbilder, Lief. 74/75, Leipzig 1893. — [10] Ohrt, Baukunde d. Arch., Berlin 1897, Bd. 2, 1. Heft, Abschn. IV, Speicherbau, S. 486 ff. — [11] Die Mühle, Leipzig 1879. — [12] Stickney, The railway problem, St. Paul 1891; Wiedenfeld, Der Getreideverkehr und die Eisenbahnen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, Arch. für Eisenbahnwesen 1901, S. 123. — [13] The Weekly Northwestern, Miller 1894 (4. Febr.), sowie Buhle, [1], T. L., S. 39, und T. H., II, S. 150. — [14] Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen 1901, S. 1349, und Engineering News, 26. September 1901. Weitere hochinteressante Mitteilungen über amerikanische Speicher sind ausser in dem bereits genannten Werk von G. Luther u. a. zu finden in den „Transactions of the American Society of Civil Engineers", New York, Sept. 1893, Vortrag von L. Heidenreich auf der Weltausstellung in Chicago, und ferner in den für die Entwicklung des europäischen Speicherbaues überaus fruchtbar gewesenen Aufsätzen von Oskar Oexle, Augsburg, welche im Jahrg. 1879 der „Mühle" erschienen sind; vgl. a. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 134 ff.; ferner Plans of Elevators, Chicago 1904. — [15] Buhle, T. H., III, S. 75 (Gewerbefleiss 1904, S. 292) und S. 184 ff. — [16] Ders., T. H., III, S. 76 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 414). — [17] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 977 und 1308. — [18] Vgl. a. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 921 bezw. T. H., I, S. 1, und Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 90 ff. (I. Teil, S. 19). — [19] Luther, G., Die Neugestaltung des Hafens von Odessa, Braunschweig 1889. — [20] Der Elevator des Rigaschen Hafens von A. Agthe, Riga 1895, vgl. a. Génie civil 1901, S. 336 (Speicher in Nikolajeff). — [21] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1892, S. 973 ff., sowie Ohrt [10], S. 490. — [22] Der Bautechniker, Wien 1895, Nr. 24 ff., Aufsatz von Christian Ulrich, Oberbaurat in Wien. — [23] Die ausführlichste Veröffentlichung ist im Jahre 1885 von dem Erbauer Ulrich in Wien herausgegeben in seinem Werke „Der Elevator in Budapest". — [24] Buhle, T. H., II, S. 156 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904; S. 228 ff.). — [25] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 57 ff. (60), sowie Zeitschr. f. Bauwesen 1903, Heft VII. — [26] Lufft, Dingl. Polyt. Journ. 1907, S. 801 ff. — [27] Plock, C., Veröffentlichungen des Architektenvereins zu Berlin 1880/81. — [28] Buhle, T. H., I, S. 1 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 921 ff.). — [29] Ders., T. H., II, S. 162 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 226). — [30] Ders., ebend., Textbl. 1. — [31] Ders., ebend., II, S. 165 ff. — [32] Ders., ebend., II, S. 171 ff. (Il Politecnico 1899, S. 265; s. a. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 613; 1902, S. 1957; 1904, S. 230). — [33] Ders., T. H., II, Textbl. 6; ferner Neue Werft- und Hafenanlagen zu Cöln, Festschrift vom 14. Mai 1898, S. 88 ff. — [34] Deutsche Bauztg. 1902, S. 236 ff. — [35] Der Eisenbahnbau der Gegenwart, 3. Abschn., Bahnhofsanlagen, S. 627 (s. a. Fussnote S. 468). — [36] Kortz, Wien 1895. — [37] Lindley, W. H., Frankfurt a. M. 1888. — [38] Kölle, s. [3], S. 226 ff.; vgl. a. Deutsche Bauztg. 1907, S. 525 ff. — [39] Ohrt, Speicherbau (s. [10]), S. 467 ff., s. a. die prächtige, von der Grossherzoglichen Bürgermeisterei herausgegebene Denkschrift über die Hafen- und Uferbauten zu Worms (Abschnitt: „Die Hochbauten im Hafengebiet", vom Stadtbaumeister K. Hofmann, S. 94 ff.). — [40] Landgraf, Der Rheinauhafen bei Mannheim; Mannheim und seine Bauten, 1906, S. 456 ff.; Eisenlohr, Deutsche Bauztg. 1907, S. 323 ff. — [41] Die von Dr. J. Landgraf 1898 übersetzte und ergänzte Abhandlung von Alexis Dufourny: Der Rhein in seiner technischen und wirtschaftlichen, besonders auch verkehrstarifarischen Bedeutung. — [42] T. H., II, S. 179 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 262). — [43] Buhle, T. H., II, S. 185 ff. — [44] Ders., T. H., II, S. 187. — [45] Ders., ebend., III, S. 130. — [46] Ders., ebend., II, S. 193 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 346); Baudirektor Rheder, der Erbauer des Elbe-Trave-Kanals (s. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 753 ff.). — [47] Glasers Annalen 1899, I, S. 118. — [48] Buhle, T. H., II, 185 ff.; s. a. Deutsche Bauztg. 1897, S. 556. — [49] Ders., ebend., Textbl. 8. — [50] Ders., T. H., III, S. 226 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 284). — [51] Veröffentlichungen des Architektenvereins zu Berlin 1880/81. — [52] Herausgegeben von den Aeltesten der Kaufmannschaft von Berlin (Entwurf von Schwabe). — [53] Buhle, Glasers Annalen, 1. April 1896 und 1. Januar 1899. — [54] Bearbeitet von H. Keller, Kneisler, C. Ehrenberg, P. Dannenberg, R. Gutmann und C. Bernhard; vgl. a. Gröninck, Berlin und seine zukünftigen Zentralbahnhofs- und Zentralhafenanlagen. — [55] Vgl. Zeitschr. für Bauw. 1899, S. 237 ff. — [56] Buhle, T. H., II, S. 190 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 344). — [57] Ders., T. H., III, S. 207 („Glückauf" 1905, S. 1596). — [58] Ders., Wasser- und Wegebau, 1904, S. 111 ff. — [59] Ders., T. L., S. 12 (Glasers Annalen 1899, I, S. 40. — [60] (Mehl) Buhle, T. H., I, S. 21 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 225); ebend. 1897, S. 376. — [61] (Zement) Buhle, T. H., I, S. 26 und Taf. IV (Zeitschr. d. Ver. deutsch Ing. 1899, S. 229 und Taf. IV); ferner Uhland, 1906, S. 20. — [62] (Kalk) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1669. — [63] (Müll) Elektrotechn. Zeitschr. 1907, S. 692. — [64] (Malz) Buhle, T. H., I, S. 12 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 958); Ders., T. H., II, S. 121 ff. — [65] (Salz) s. [7] und Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1901 ff. — [66] Ders., T. H., I, S. 22 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 227). — [67] (Kohlen, Koks u. s. w.) Buhle, T. L., S. 47, 52 und Taf. VII (Glasers Annalen 1898, II, S. 44, 65 und Taf. III; Ders., T. H., I, S. 86 bezw. 106 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 730 ff., bezw. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1901, S. 425 ff.); Ders., T. H., II, S. 20, 85; Ders., T. H., III, S. 93 („Glückauf" 1905, S. 158), S. 113 („Stahl und Eisen"

1905, S. 1052), S. 203 (Uhland 1906, S. 24), S. 255, 291 (Elektr. Bahnen u. Betr. 1906, S. 481); Ders., Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen 1907, S. 606 ff.; ferner: Dingl. Polyt. Journ. 1902, S. 249. — [68] Buhle, T. H., I, S. 87 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 731). — [69] Ders., Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen 1907, S. 607 ff. — [70] Ders., T. H., III, S. 9 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 528). — [71] Ders., T. H., III, S. 4 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 523). — [72] Festschrift d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 314. — [73] Buhle, T. H., I, S. 143 (Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1901, S. 632). — [74] Ders., Glasers Annalen 1898, II, Taf. IV. — [75] Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1907, S. 400. — [76] Weiss, A., Das neue Gaswerk der Stadt Zürich in Schlieren, Zürich 1900. — [77] Buhle, Glasers Annalen 1898, II, S. 60.

B. Haufenlager und Taschen.

a) **Hochbehälter** bezw. Taschen (für Sammelkörper) sind in Holz, Eisen oder Stein bezw. in Beton (Rank, Hennebique [1] u. s. w., s. Silospeicher) ausgeführte, zur Lagerung von Kohle, Koks, Asche, Sand, Getreide, Zement, Mehl u. dergl. bestimmte (Vorrats-)bunker; vgl. a. Bodenspeicher und Lager zu ebener Erde sowie Gasanstalten, Hüttenwerke, Kesselhäuser, Lokomotivbekohlung, Kipper, Konveyor, Massentransport und [2].

Hochbehälter oder Taschen dienen zur Lokomotiv- oder Wagenbeschickung (Abb. 757 und 758) [3] — vgl. a. [4] — oder sie werden über den Kesseln in Krafthäusern (Abb. 759) [5] — s. a. Kesselhäuser und Abb. 764 —

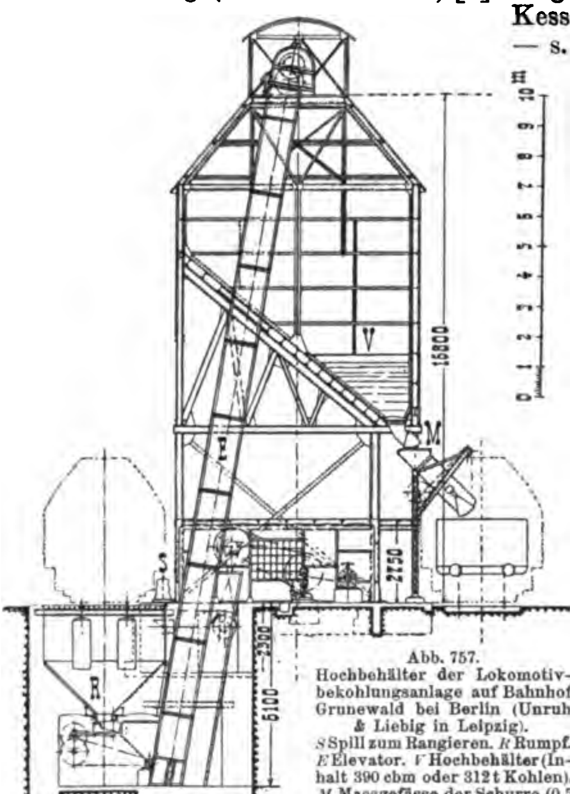


Abb. 757.
Hochbehälter der Lokomotivbekohlungsanlage auf Bahnhof Grunewald bei Berlin (Unruh & Liebig in Leipzig).
S Spill zum Rangieren. *R* Rumpf. *E* Elevator. *V* Hochbehälter (Inhalt 390 cbm oder 312 t Kohlen). *M* Massgefässe der Schurre (0,5 bezw. 1 t). Vgl. Abb. 303.

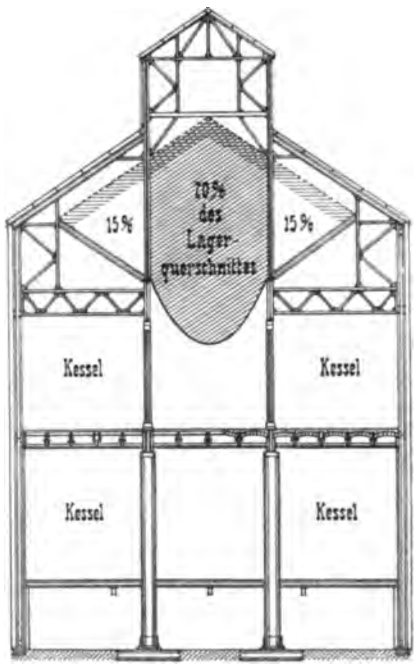


Abb. 759. Kesselhaus mit Berquist-Bunkern.

und über den Retorten in Gasanstalten (s. d. und Abb. 760) [6] wie auch zur Lagerung und bequemen Verteilung für Städteversorgung u. dergl. (Abb. 761) (Füllung durch Hochgleise, Verteilung in Strassenhöhe) [7] angelegt. Ferner sei hingewiesen auf die Taschen für Schiffsbeladung u. dergl. [8] (Abb. 762 und 763) bei den gewaltigen Erzverladungen an den grossen Seen der Vereinigten Staaten von Nordamerika, in denen einzelne Hochbehälter von über 600 m Länge vorkommen; beispielsweise besitzt ein einziges dortiges Lager bei Duluth ein Fassungsvermögen von 160000 t; dabei beträgt der Inhalt einer Tasche rund 150 t. Bekanntlich werden die Taschen von den darüberliegenden Gleisen aus durch die bodenentleerenden Eisenbahnwagen gefüllt und die Erze nach Belieben durch seitliche Rutschen in die Dampfer geschüttet. Auf diese Weise werden bis zu 45000 t Erz an einem Tage von einer einzigen Brücke verladen; die Höchstleistung betrug 7700 t in $2^1/_2$ Stunden. Vgl. a. Abb. 309; ferner „Stahl und Eisen“ 1908, S. 243.

In neueren Kesselbetrieben [9], namentlich solchen, in denen selbsttätige Feuerungen (s. Kesselhäuser und [10]) angewendet werden, ist man schon lange bemüht, einen Kohlenvorrat für mehrere Tage in Bunkern, die über dem Beschickungsraume der Kessel liegen, unterzubringen, um von dort aus jederzeit ohne weitere Zwischentransportmittel die Feuerungen beschicken

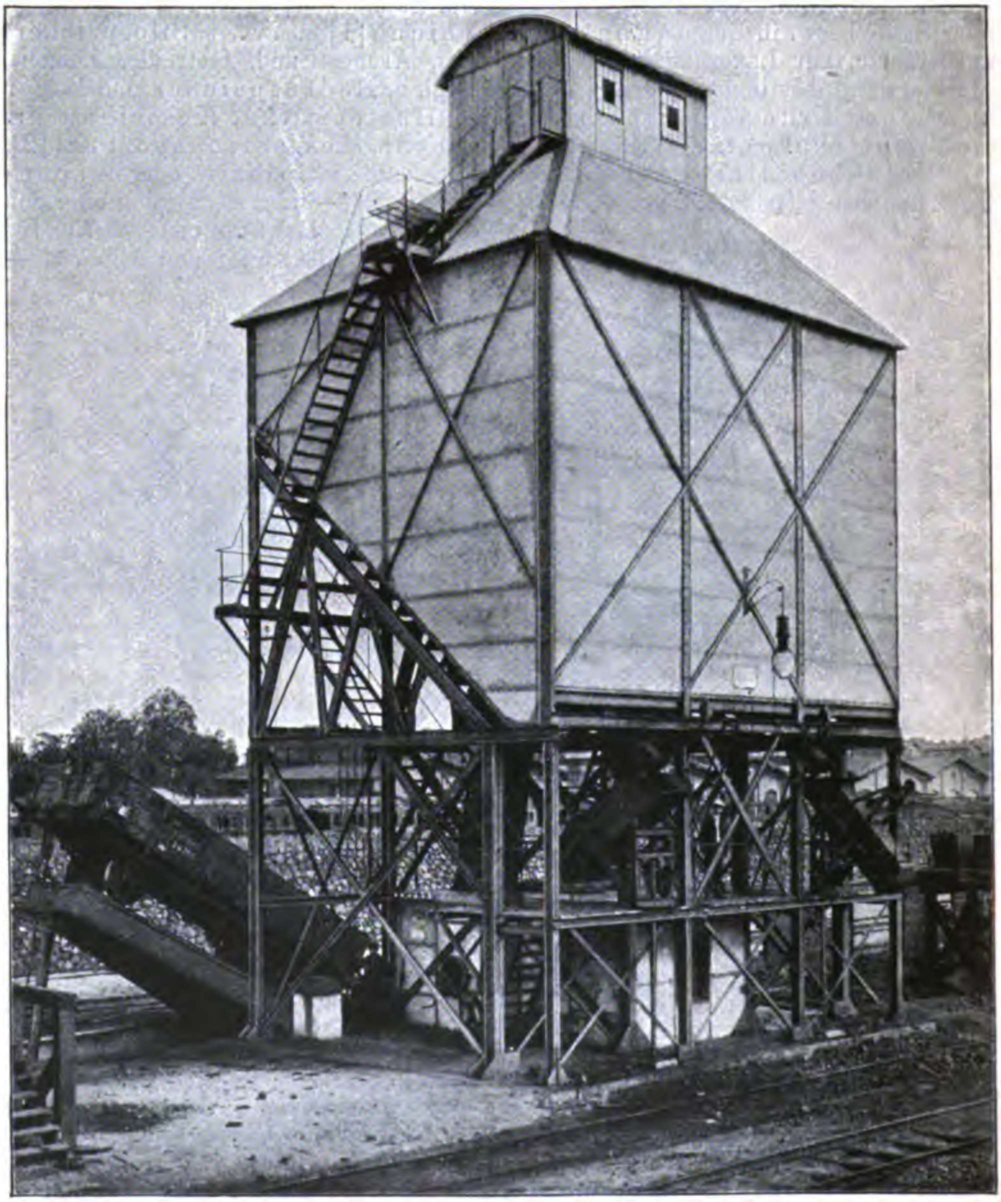


Abb. 758. Lokomotivbekohlungsanlage in Grunewald-Berlin von Unruh & Liebig in Leipzig.

zu können. Diese Bunker wurden früher fast durchweg aus Eisen hergestellt und waren daher in der Anlage, selbst bei kleinem Fassungsvermögen, ziemlich teuer. Bei der Verwendung von Eisenbeton ist es möglich, derartige Bunker ohne erhebliche Kosten für einen Bedarf an Kohle für 1 – 2 Wochen herzustellen und so in vielen Betrieben den ganzen Kohlenvorrat, den man zu halten gezwungen ist, oben vor den Kesseln aufzuspeichern. Hierdurch wird die Förderung der Kohle sehr einfach, indem sie nur noch von der Anfuhrstelle in

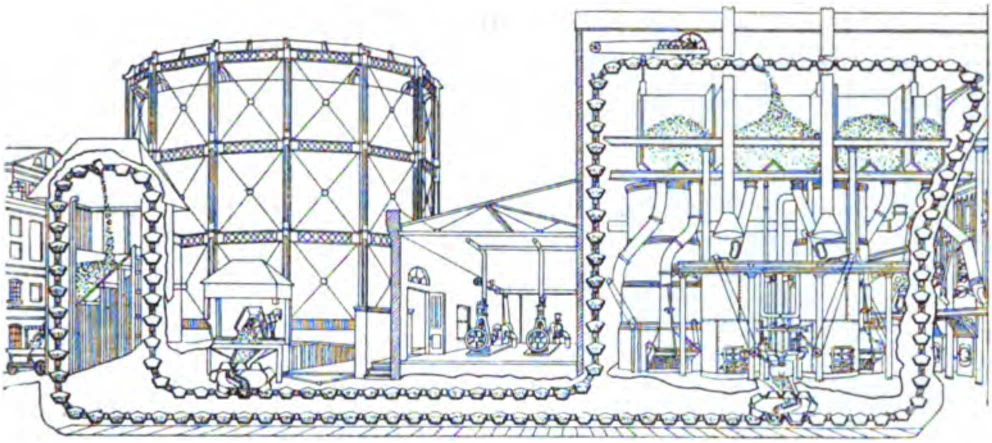


Abb. 760. Gasanstalt in Milwaukee (Hunt-Konveyor).

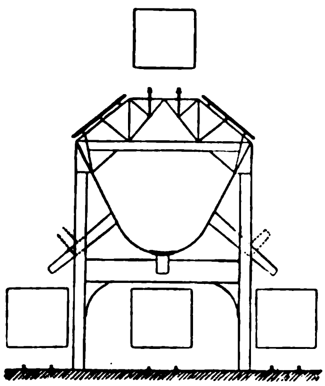


Abb. 761. Berquist-Hochbehälter für grosses Fassungsvermögen.

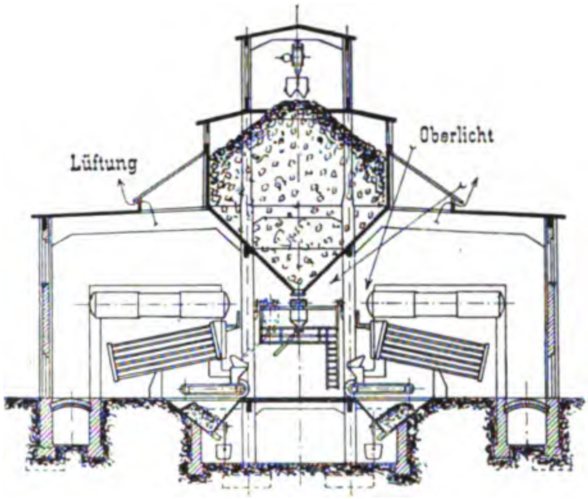


Abb. 764. Kesselhaus mit Kohlenhochbehälter in Eisenbeton nach Gebr. Rank in München.

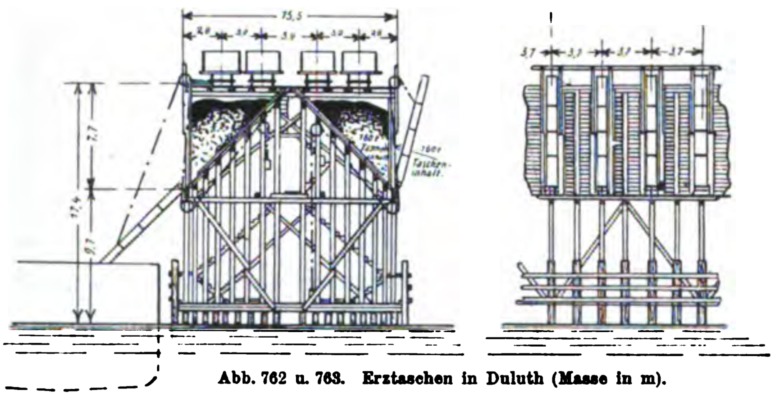


Abb. 762 u. 763. Erztaschen in Duluth (Masse in m).

die Hochbehälter zu heben ist. Ganz besonders vorteilhaft ist diese Anordnung bei beschränkten Platzverhältnissen.

Abb. 764 gibt den Querschnitt eines solchen Rankschen Kesselhauses wieder, und zwar eines solchen mit doppelter Kesselreihe und darüber liegendem Bunker von 125—150 t Inhalt pro Kessel. Die Last des Hochbehälters wird durch Säulen, die zwischen die Feuerungen je zweier benachbarter Kessel zu

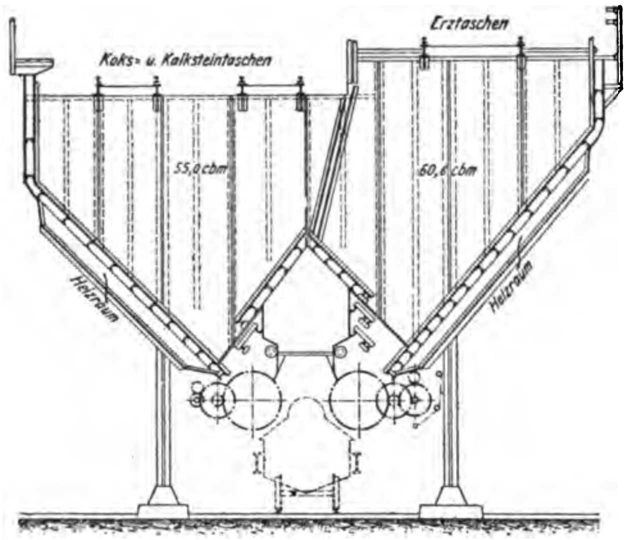


Abb. 765. Vorratsbehälter für Erz, Kalkstein und Koks der Lackawanna Steel Co.

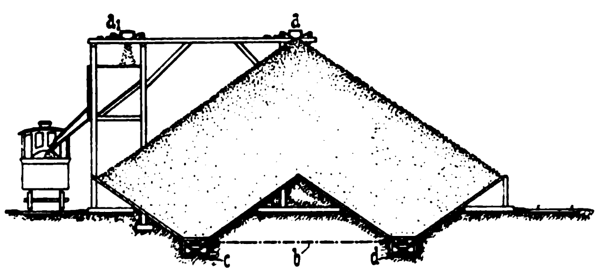


Abb. 766. Haufenlagerung der Link Belt Co. in Chicago.

stehen kommen, unmittelbar auf das Erdreich übertragen; gleichzeitig kann an diese Säulen der Bedienungsfussboden vor den Kesseln, der ebenfalls zweckmässig in Eisenbeton ausgeführt wird, angeschlossen werden. Um den Raum vor den Kesseln möglichst frei zu erhalten, ist an Stelle der üblichen Zulaufrohre vom Hochbehälter nach den einzelnen Feuerungen eine fahrbare Beschickungsvorrichtung [11] vorgesehen, mit Hilfe deren ein Arbeiter bequem von Hand die Fülltrichter der einzelnen Feuerungen von jeder beliebigen Stelle des Hochbehälters aus mit Kohle versehen kann. Hierdurch ist zugleich die Möglichkeit gegeben, auch den Hochbehälterraum über den nicht im Betrieb befindlichen Kesseln auszunutzen.

Für eine gute Belichtung des Bedienungsflures ist in der Weise Sorge getragen, dass das Licht durch Oberlichte an den schrägen Böden des Hochbehälters entlang in den Raum zwischen den beiden Kesselreihen einfällt. Mit diesen Oberlichten lässt sich leicht eine gute Lüftung des Kesselhauses verbinden. Das flache Dach wird zweckmässig mit einer doppelten Lage Dachpappe eingedeckt. Bei den Aussenwänden bestehen nur die Säulen unter den Binderbalken im Abstande von 5—6 m aus Eisenbeton; die dazwischen liegenden Wandflächen werden mit Backsteinen ausgemauert.

Für die Füllung des Kohlenbehälters ist eine Elektrohängebahn einfachster Form vorgesehen; die Fördergefässe mit selbsttätiger Entleerung, von

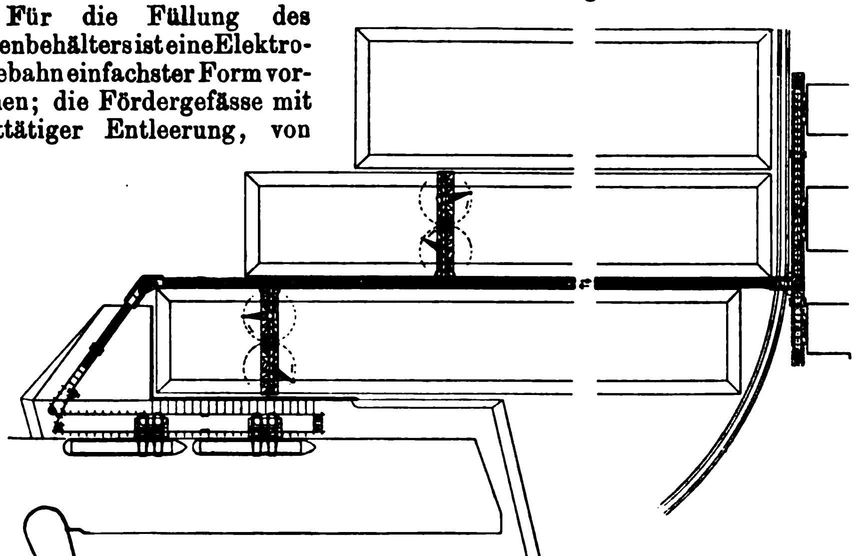


Abb. 767. Kohlenverladeanlage bei der Gasanstalt in Mariendorf bei Berlin (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

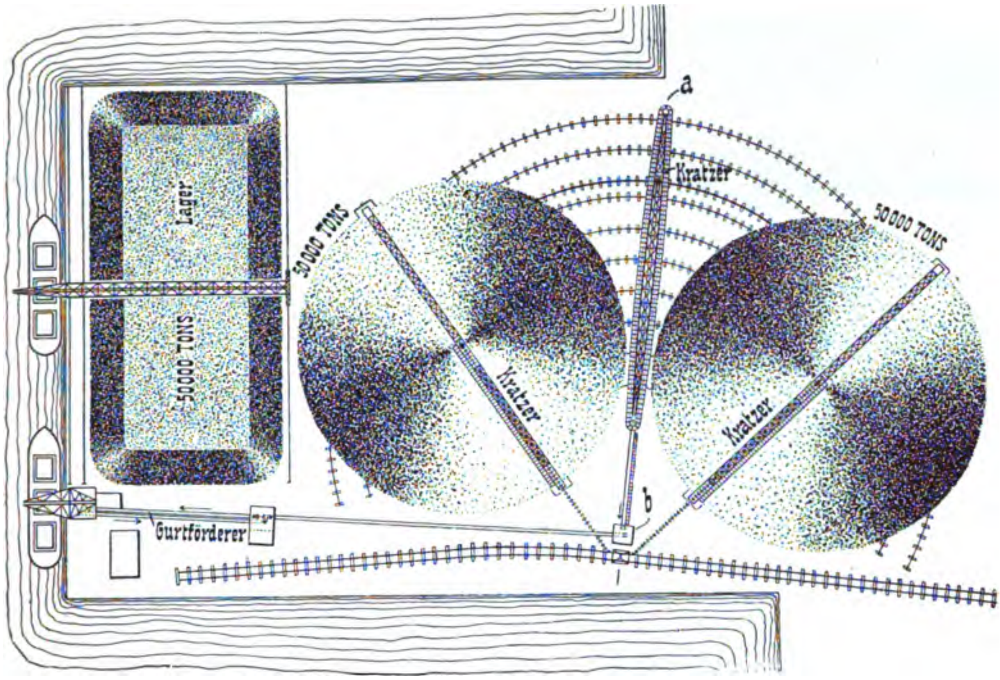


Abb. 768. Haufenlager nach Dodge in Philadelphia.

denen je nach Hubhöhe und Länge der Bahn zwei bis vier Stück notwendig sind, werden abwechselnd auf den ankommenden Kohlenwaggons von Hand gefüllt, durch die Motorlaufwinde gehoben und nach der gewünschten Stelle des Hochbehälters verfahren. Mit derselben Winde lassen sich die Aschewagen, die mittels Hängebahn nach einer Giebelseite des Kesselhauses gefahren sind, dort hochziehen und in Abfuhrwagen oder in einen Aschebehälter schaffen. Eine derartige Elektrohängebahn wird oft eine zweckmässige Fördereinrichtung für Kesselhäuser mit Kohlenhochbehälter von grossem Fassungsraume sein, da sie sowohl in der Anlage billig als auch im Betriebe ausserordentlich sicher und wirtschaftlich arbeitet und zugleich bei einer geeigneten Führung der Laufbahn zu allen möglichen andern Förderzwecken benutzt werden kann.

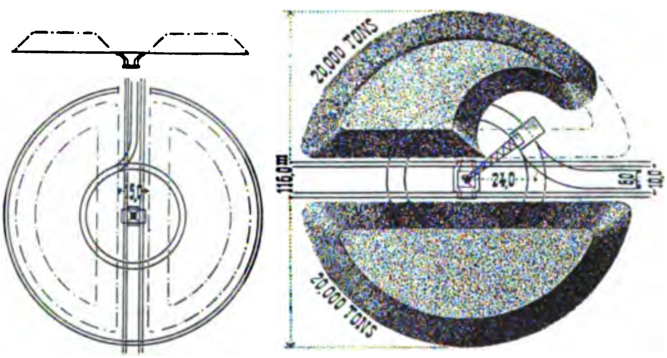
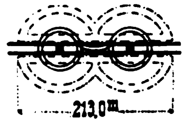


Abb. 769—772. Kohlenstapelanlage der Dodge Coal Storage Co. in Philadelphia.



Endlich sei noch gedacht der Rohstofftaschen, die als Vorratsbehälter für Erz, Kalkstein, Koks u. dergl. (Abb. 765) [12] sowie als Einschaltung zwischen Eisenbahn und **Schrägaufzug** (s. d.) für die Hochofenbeschickung auf **Hüttenwerken** (s. d.) u. s. w. nötig sind.

Hinsichtlich der **Form** der Hochbehälter seien unterschieden:

1. **Zellen** (vgl. a. Silospeicher [13]),
2. **Taschen** (s. Abb. 757, 758, 762 und 763 [8]),
3. **Zylinder**, und zwar a) als grosse Einzelbehälter (Abb. 754) [14] oder b) zu mehreren nebeneinander [15],
4. **Mulden**, z. B. nach **Rank** (Abb. 764) oder **Berquist** (Abb. 759 und 761; vgl. a. 454).

Ein Vergleich der letztgenannten Arten (3 b und 4) ergibt, dass ein Berquist-Hochbehälter mit 314 t Aufnahmefähigkeit rund 27 t Eisenkonstruktion benötigte, während fünf zylindrische Behälter für den gleichen Zweck, Ort u. s. w. von

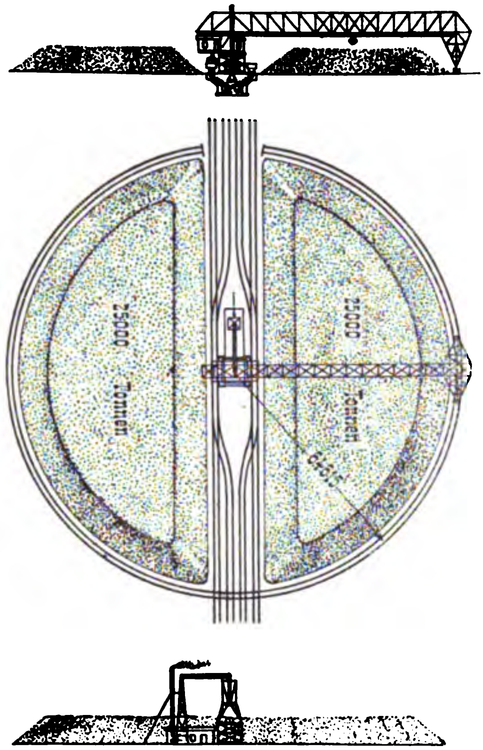


Abb. 773—775. 50000 t-Kegelstumpflager mit Kreisbahnkran der Dodge Coal Storage Co. in Philadelphia.

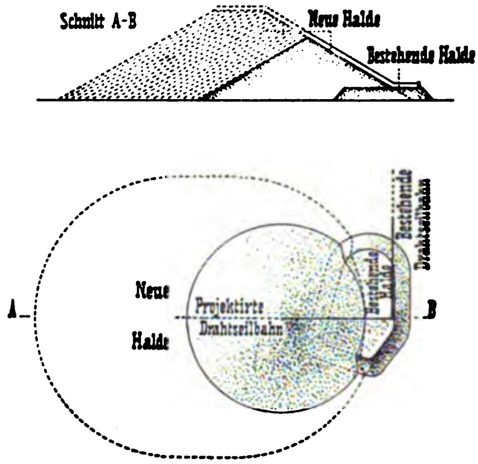


Abb. 777 u. 778. Bleichertsche Haldenseilbahn.

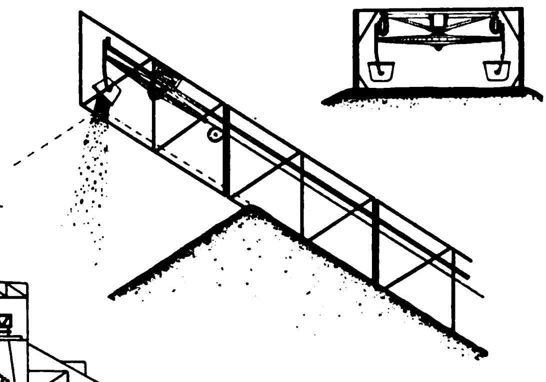


Abb. 779 u. 780. Haldenseilbahn (A. Bleichert & Co. in Leipzig).

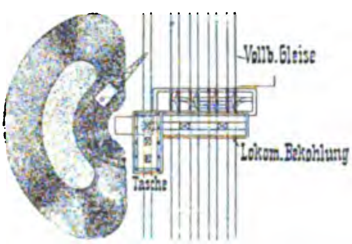


Abb. 776. Segmentlager (vgl. Abb. 811).

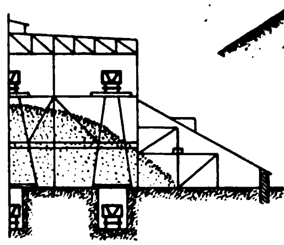


Abb. 781. Gedecktes Haufenlager (Betätigung mittels Rampen).

zusammen 209 t Lagerraum rund 37 t Eisenkonstruktion erforderten; das bedeutet bei einer Ersparnis von etwa 10 t oder 27 $^0/_0$ an Material zugleich eine um 105 t grössere Lagerfähigkeit bezw. ein Mehr von 50 $^0/_0$. Bezüglich der Berechnung von Hochbehältern für Sammelkörper sei verwiesen auf Silospeicher und [16].

Literatur: [1] Buhle, Elektr. Kraftbetrieb und Bahnen 1907, S. 606 und 628 ff.; desgl. Linse, „Stahl und Eisen“ 1903, S. 317 ff.; ferner Glasers Annalen 1907, II, S. 158 ff., und Mörsch, Betonkalender 1908, S. 420. — [2] Buhle, T. H., III, S. 320. — [3] Ders., T. H., III, S. 101 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing 1905, S. 783 ff.). — [4] Ders., Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 68 ff., und Tafeln X und XI (Glasers Annalen 1898, II, S. 92, und Tafeln VI und VII); ferner T. H., I, S. 57 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 74 ff.). — [5] Ders., T. H., III, S. 289 (Elektr. Bahnen 1904, S. 163) und S. 272 („Stahl und Eisen“ 1906, S. 854); ferner T. H., I, S. 65 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 81 ff.). — [6] Ders., T. H., I, S. 80 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 513); T. H., II. S. 49 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1472). — [7] Ders., T. H., III, S. 286 ff. (Elektr. Bahnen 1904, S. 162 bezw. 143 ff.). — [8] Ders., T. H., I, S. 46 bezw. 78 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1358 bezw. 1387; T. H., III, S. 272 („Stahl und Eisen“ 1906, S. 855); „Hütte“, 19. Aufl., 1. Teil, S. 1239; ferner Eng. News 1904, I, S. 433. — [9] Elektr. Kraftbetriebe und Bahnen 1907, S. 41 ff., S. 267; ferner Buhle. ebend. 1906, S. 540, und 1907, S. 628 ff.; Ders.,

Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 169 ff.; Ders., Glasers Annalen 1893, II, S. 87 ff.; Ders., Fördertechnik 1907, S. 173 ff. u. s. w. — [10] Buhle, T. H., II, S. 93 ff., T. H., III, S. 162 ff., ferner Lind, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 59 ff. — [11] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 170. — [12] Fröhlich, ebend. 1907, S. 1056 ff.; 1900, S. 188; ferner „Stahl und Eisen" 1907, S. 489 ff.; vgl. a. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1809 u. s. w. — [13] Buhle, Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 3 ff., und Tafeln III und IV (Getreide) sowie S. 47 ff. und Tafel VII (Kohlen) [Glasers Annalen 1899, S. 18 ff. (Getreide), sowie 1898, II, S. 65 ff., und Tafel III (Kohle)]; T. H., I, S. 86 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 780 ff.) (Kohle); T. H., II, S. 145 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 221 ff.) und T. H., III, S. 184 ff. (Getreide). — [14] Ders., T. H., III, S. 93 („Glückauf" 1905, S. 158). — [15] Ders., ebend., S. 288 (Elektr. Bahnen 1904, S. 162). — [16] Ders., „Hütte", 19. Aufl., 1. Teil, S. 1270, Pleissner, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 976 ff. und Mörsch, Der Eisenbetonbau, Stuttgart 1908.

b) **Lager zu ebener Erde** (vgl. a. Bodenspeicher, Silo, Hochbehälter, Tiefbehälter, sowie Gasanstalten, Hochbahnkrane, Hüttenwerke, Kesselhäuser, Massentransport und [1]).

I. Bezüglich der **Formgebung** der Haufenlager, die sich im wesentlichen nach der Beschickung (II) und nach der Entnahme (III) — bezw. Umlagerung (Selbstentzündung, s. a. S. 321) [2] — richtet, können im allgemeinen unterschieden werden:

a) Rücken (Abb. 766) [3],
b) Prismen (Abb. 767 und 768) [4],
c) Vollkegel (Abb. 768, 787—789) [5],
d) Kegelstumpfe (Abb. 769—772) [6] bezw. Abb. 773—775 [7] oder
e) Segmente (Abb. 776) [6] und
f) zusammengesetzte Formen (etwa nach Abb. 777—780 [7].

II. Die **Beschüttung** kann erfolgen:

a) nach Abb. 781 von Hochgleisen [8], auf die bodenständige Wagen (Kippwagen und Selbstentlader [s. d.]) mittels Rampen [9] gehoben werden;

b) durch ortsfeste Schwerkraftbahnen (s. d.), die so angelegt sind, dass die Kurven am Anfang liegen, während die Entladestrecken gerade verlaufen, und zwar entweder nach Abb. 782 strahlenartig, fächerförmig von einer oder zwei Entladestellen, oder nach Abb. 783 parallel von vielen (Hunt-Pohlig-)

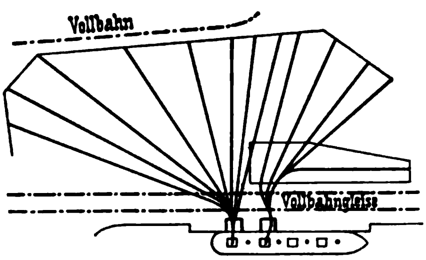
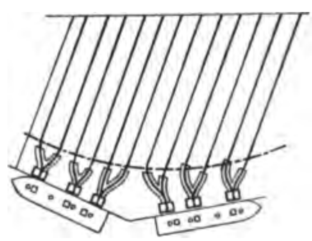
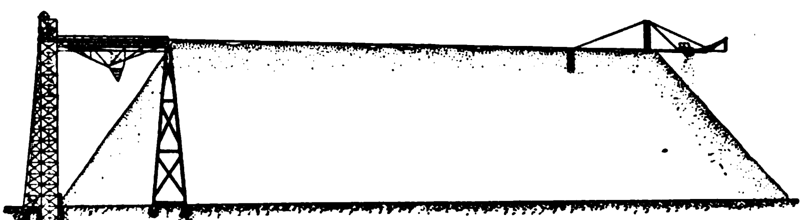


Abb. 782. Fächergleise für Schwerkraftbahnen.


Abb. 783. Parallelgleise für Schwerkraftbahnen.

Elevatoren (s. d.) ausgehend [10]. Zum Transport von Bergen auf Halden werden diese Bahnen auch nach Abb. 784 verschiebbar ausgeführt [11] bezw.


Abb. 784. Hunts verschiebbare Haldenschwerkraftbahn (J. Pohlig, A.-G., in Cöln).

auch fahrbar, und zwar in der Geraden [12] wie im Kreise (Abb. 785). Wo selbsttätige Bahnen, etwa wegen bestehender Geländeverhältnisse, nicht ausgeführt werden können, werden

c) Kabelbahnen (s. d.) gewählt (Abb. 786) [13];

d) mittels Luftseilbahnen (s. d.) [14] und Hängebahnen (s. d.) [15] — S. 87 ff. —, zu denen auch die Bleichertschen Schlackenhaldenbrücken (Abb. 777—780) gehören. Für diese Abfallstoffe, bei denen auf die Erzielung eines Gegenwertes durch Verkauf nicht zu rechnen ist, spielt die Frage der Transportbilligkeit eine ganz besonders wesentliche Rolle. Diese Einrichtung besteht aus einer Brücke, die mit einer dem natürlichen Böschungswinkel der Halden möglichst genau angepassten Neigung aufgestellt wird. Die Brücke, die aus zwei seitlich liegenden Gitterträgern mit gegenseitig verbundenen Ober- und Untergurten besteht, so dass der Innenraum frei bleibt, ist mit einer endlosen Luftseilbahn ausgestattet, deren Ladestation am Fusse der Neigung oder in ganz beliebiger Entfernung von diesem angeordnet ist. Die Brücke selbst wird aus einzelnen kürzeren Stücken hergestellt, so dass sie bei fortschreitendem Haldensturz ständig verlängert werden kann. Es geschieht dies dann, wenn die Beschüttung so weit fortgeschritten ist, dass das letzte Glied der Brückenkonstruktion am unteren Ende gerade verschüttet ist, so dass es genügend Unterstützung erhält. Dann wird ein neues Glied nach Art der Kragträger freischwebend angebaut, die Endscheibe wird aus dem vorletzten in das letzte Glied vorgeschoben und der Absturz beginnt nun von diesem aus. Die auf Hängeschienen laufenden Seilbahnwagen umfahren die Endseilscheibe, ohne sich von dem Zugseil zu lösen. Eine selbsttätige Kippvorrichtung bringt ohne Hilfe eines Arbeiters den Wagen zur Entleerung. Mit nach unten hängender Schale fährt dieser dann zur Beladestation zurück. Nimmt man beispielsweise an, ein Haldenmaterial habe einen Schüttwinkel von 35° und die Halde werde kegelförmig aufgesetzt, so ergibt sich nachstehende Tafel des Haldeninhaltes und der Zeiten, nach denen Verlängerungen aufzusetzen sind, wenn bei einer Stundenleistung von 36 t Berge im Jahresdurchschnitt täglich 200 cbm auf Halde gestürzt werden.

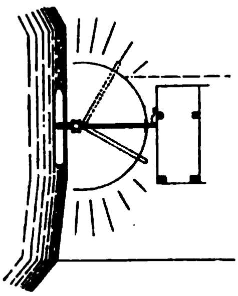


Abb. 785. Haufenlagerung mittels Pohligscher Schwerkraftbahn (Kraftwerk Oberschöneweide bei Berlin)

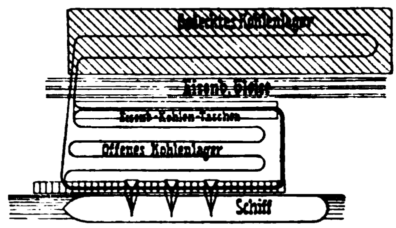


Abb. 786. Kohlenlager mit Kabelbahn.

Der Kegelinhalt ist dann, wenn h die Höhe der Halde, a den Schüttwinkel bezeichnet:

$$J = \frac{2\,(h \operatorname{ctg} a)^2 \pi}{4} \cdot \frac{h}{3},$$

d = grösste Fussbreite der Halde.

Zahlentafel 76.

h	d	J	Zum Aufschütten gebrauchte Zeit		h	d	J	Zum Aufschütten gebrauchte Zeit	
m	m	cbm	Tage = Jahre	Monate	m	m	cbm	Tage = Jahre	Monate
30	86	58 100	290 = 1	—	60	172	464 700	2350 = 7	$9^1/_2$
35	100	91 630	460 = 1	$5^1/_2$	65	186	588 730	2950 = 10	—
40	115	138 500	700 = 2	$3^1/_2$	70	200	733 100	3700 = 12	$3^1/_2$
45	129	197 000	1 000 = 3	$3^1/_2$	75	215	907 625	4550 = 15	2
50	143	267 700	1 350 = 4	5	100	286	2 150 000	10800 = 36	—
55	158	359 500	1 800 = 6	—	125	358	4 200 000	21000 = 70	—

Man würde also mit einem Brückenglied, dessen Länge etwa 7 m beträgt, so dass unter Berücksichtigung der Schräge die Höhe um 5 m gesteigert wird, beinahe $^1/_2$ Jahr auskommen, sofern dasselbe auf eine Halde von 30 m Höhe aufgesetzt wird; da aber die Zeiten nicht den Höhen, sondern den entstehenden Kegelinhalten proportional sind, würde man mit einem Brückenteil, der z. B. auf eine 60 m-Halde aufgesetzt ist, beinahe $2^1/_4$ Jahre auskommen und während dieser Zeit 588 730 — 464 700 = 124 000 cbm abstürzen können, oder es würde

die Erhöhung der Halden von 75 auf 100 m sich gar auf 20 Jahre verteilen und für über 1200100 cbm Berge genügen. Bis zu 125 m Höhe sind diese Haldendrahtseilbahnen mehrfach in der Ausführung begriffen bezw. in Aussicht genommen worden.

e) Durch Gefällebahnen (s. d.);

f) durch (Brücken-)Hochbahnkrane — Abb. 768, linkes Lager — [16]; oft in Verbindung mit Drehkranen [17], Stichbahnen [18], Kreisführungen [19] u. s. w.;

g) durch Kabelhochbahnkrane [20];

h) durch Drehkrane, die auf geraden Gleisen oder auf einem Kreissegmentgleis (Abb. 776) oder auf einem bezw. auf mehreren hintereinander angeordneten Kreisgleisen (Abb. 769—771 bezw. Abb. 772) fahren [6];

i) durch Kreisbahnkrane (Abb. 773—775) [7];

k) durch Gurtförderer (s. d.) [21], Stahltransportbänder u. s. w., oft in Verbindung mit Elevatoren (s. d.) [22];

l) durch Förderrinnen (s. d.) [23];

m) durch Kratzer (s. d.), und zwar

1. nach Abb. 768 bezw. 787—789 — Kegellager — [24]: Dodge in Philadelphia geht bei der Ausladung, Lagerung und Wiederverladung (III. n) der Kohlen



Abb. 787. 480000 t-Lager nach Dodge bei Abrams (Philadelphia und Reading Coal & Iron Co.).

von dem Gesetze aus, dass sich körniges, von einem hochgelegenen Punkt ausgeschüttetes Gut kegelförmig unter dem natürlichen Böschungswinkel lagert. An der einen Seite eines scherenförmigen Gestelles von der Länge der Kegelseite bestreicht den Haufen eine Kratzerkette, welche die aus den Eisenbahnwagen (oder Schiffen) aufgenommene Kohle nach der jeweiligen Spitze des Kegels trägt (Rinnenboden wird durch ein Eisenband gebildet, das verschiebbar ist). Zur Verladung vom Lager dient eine im wagerechten Teile mit Rädern auf meist kreisförmig gebogenen Schienen laufende, messerförmig gestaltete Fördervorrichtung *a* (Abb. 768), die an der Kegelgrundfläche in die Haufen einschneidet, dort die Kohle fortnimmt und sie über eine schiefe Ebene (Gurtförderer) hinauf zu einer an den Gleisen (oder am Ufer) erhöht gelegenen Tasche *b* bringt, aus der sie (sortiert) in die Verkehrsmittel gelangt. (Kegelhöhe 20 m, Grundflächendurchmesser 60 m; grösste solche Lager 700000 t, vgl. auch Abb. 787—789 [25].)

2. (m_2). Die Link Belt Co. in Chicago (Fredenhagen in Offenbach) arbeitet vielfach nach Abb. 766 [3]: Die zwei oberen Kratzerförderer a und a_1 steigen von den unter *S.-O.* gelegenen Kohlenrümpfen, in welche die Wagen entladen, schiefe Ebenen hinauf; a trägt die Kohlen auf das Lager, a_1 füllt die

Taschen, und *c* und *d* schaffen das Gut vom Lager (III. n) zu einem Querförderer *b*, der a_1 speist; bei einem 3500 t-Lager ist jede Kette *a* (a_1) 183 m lang, Leistung 120 t/st;

n) durch Konveyor (s. d.) — Förderketten, Becherketten, Becherkabel — [26].

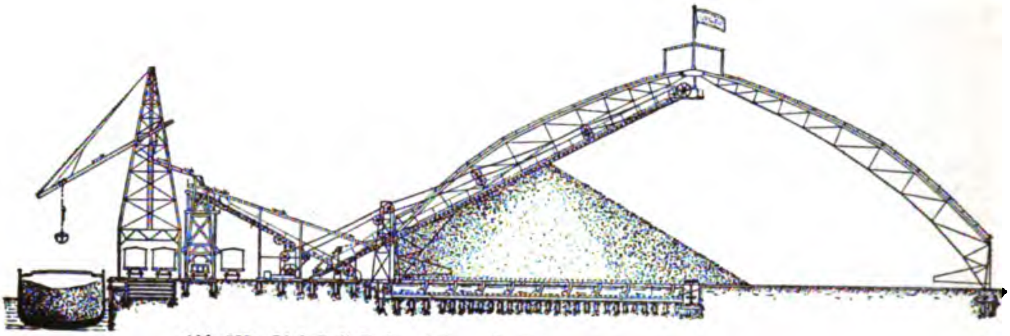


Abb. 788. Link-Belt-Dodge Anlage der Lehigh Valley Co. in West-Superior.

III. Das **Aufnehmen** bezw. **Abziehen vom Lager** kann erfolgen:

a) durch Handschaufel und Wagen (Landfuhrwerk [27] oder Gleiswagen [28]) oder III. b);

b) durch Kübel (s. d.), die mit Handschaufeln (III. a) zu füllen sind, bezw. in die abgezapft wird [29] oder selbstfüllende Kübel [30];

c) mittels Greifern (s. d.) [31] — b) und c) in Verbindung mit Hochbahn- oder Drehkranen (s. III. g), h), i) —;

d) nach Abb. 781 auf Tiefgleisen (Rampen, vgl. II. a);

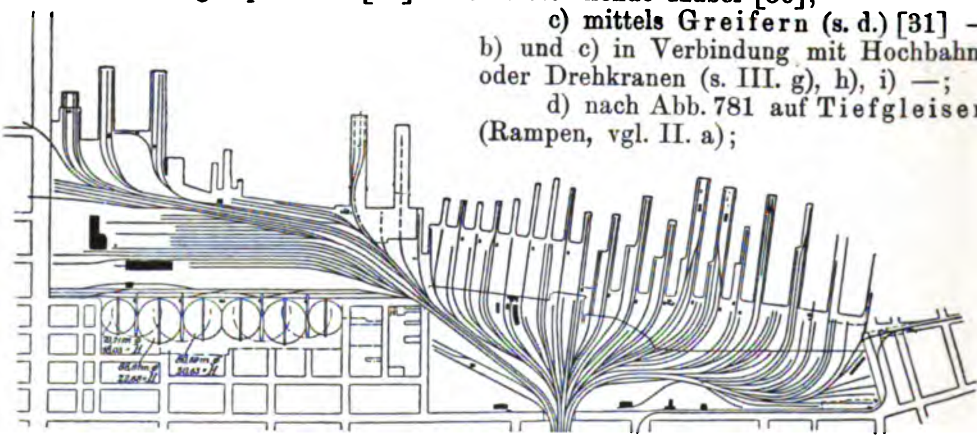


Abb. 789. Lageplan der Clearfield St. der Philadelphia und Reading Eisenbahn in Port Richmond bei Philadelphia.

e) in Kabel- oder Kettenbahnen (II. c);

f) mittels Luftseil- und Hängebahnen (II. d) [32];

g) durch Hochbahnkrane (Brücken-) oder

h) Kabelhochbahnkrane in Verbindung mit III. b) oder c) und i) [20];

i) durch Drehkrane in Verbindung mit III. b) oder c) und vielfach auch mit III. g) [33];

k) durch Kreisbahnkrane (s. II. i);

l) mittels Gurtförderern [34];

m) Förderrinnen (s. II. l) [35];

n) Kratzer (II. m);

o) Konveyor (II. n) [26];

p) Elevatoren (s. d., Becherwerke) [22] und

q) Bagger (s. d.), und zwar durch Löffelbagger [36] wie auch mittels Eimerketten (Hoch- wie Tiefbagger) [37]; endlich

r) durch Abspritzen (Spülversatz, hydraulischer Abbau) (Abb. 633 ff.) [38].

Literatur: [1] Buhle, T. H., III, S. 319. — [2] Ders., ebend., I, S. 86 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 728). — [3] Ders., ebend., S. 62 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 79).

— [4] Ders., III, S. 4 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 523); ferner Eng. News 1907, S. 216 (29. VIII.); ferner „Stahl und Eisen“ 1907, S. 182. — [5] Ders., „Hütte“, 19. Aufl., I, S. 1272. — [6] Ders., T. H., III, S. 238 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 310). — [7] Ders., ebend., S. 277 ff. („Stahl und Eisen“ 1906, S. 860). — [8] Ders., ebend., S. 45 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1357) und S. 61 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 450). — [9] Ders., T. H., I, S. 61 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 78) und S. 147 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 735, Dammbau). — [10] Ders., ebend., S. 44 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1356). — [11] Ders., ebend., III, S. 6 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 527). — [12] Ders., Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, Tafel VII—X (Glasers Annalen 1898, II, Tafel III—VI), und T. H., I, S. 45, und III, S. 169. — [13] Ders., T. H., I, S. 42 und 45 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1354 und 1357), und T. H., III, S. 16 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 553). — [14] Ders., T. H., I, S. 91 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1095); ferner Dieterich, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1813. — [15] Buhle, T. H., III, Tafel I, Fig. 53, sowie [6] und [7]. — [16] Ders., T. H., I, S. 47, 77, 81 ff. (Zeitschr d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1359 ff.) und III, S. 252, 259, 274 („Stahl und Eisen“ 1906, S. 652 ff.). — [17] Ders., T. H., I, Textblatt 1 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 732). — [18] Ders., ebend., S. 74. — [19] Keppler, Journ. f. Gasbel. und Wasserversorg. 1902, S. 697 ff. — [20] Buhle, T. H., I, S. 93 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1096); II, S. 45 ff. (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 270 ff.); III, Tafel I (Gewerbefleiss 1904, S. 64 und Tafel A); „Hütte“, 19. Aufl., I, S. 1241. — [21] Ders., T. H., III, S. 10 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 547) und S. 262 ff. („Stahl und Eisen“ 1906, S. 721 ff.). — [22] Ders., T. H., I, S. 46 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1358, sowie D.R.P. Kl. 81e Nr. 169561); ferner Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 802 bezw. 1882, D.R.P. Nr. 181710 bezw. 192099. — [23] Ders., T. H., III, S. 22 ff. („Glückauf“ 1904, S. 858 ff.) und S. 113 („Stahl und Eisen“ 1905, S. 1052). — [24] Ders., „Hütte“, 19. Aufl., I, S. 1272. — [25] Ders., T. H., I, S. 51 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1385); III, S. 277 („Stahl und Eisen“ 1906, S. 860). — [26] Ders., T. H., I, S. 43 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1355). — [27] Ders., T. H., III, S. 60 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 450). — [28] Ders., Das Eisenbahn- und Verkehrswesen auf der Industrie- und Gewerbeausstellung in Düsseldorf 1902, Berlin 1903, S. 36. — [29] Ders., T. H., III, S. 142 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 430). — [30] Ders., T. H., I, S. 92 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1096), und III, S. 77 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 427, ferner v. Hanffstengel, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1626 ff.). — [31] Buhle, T. H., I, S. 45 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1357), und III, S. 273. — [32] Ders., T. H., I, S. 91 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1095; ferner ebend. 1907, S. 1812). — [33] Ders., T. H., III, S. 236 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 305 ff.), und S. 256 ff., 262 ff., 274 ff. („Stahl und Eisen“ 1906, S. 716 ff., 721 ff., 857). — [34] Ders., T. H., I, S. 99 (Zentralbl. d. Bauverw. 1900, S. 375), und III, S. 298 (Elektr. Bahnen und Betriebe 1906, S. 538). — [35] Ders., T. H., I, S. 50 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1385), sowie III, S. 20 ff. („Glückauf“ 1904, S. 858 ff.), und S. 111 („Stahl und Eisen“ 1905, S. 1050 ff.). — [36] Ders., T. H., I, S. 99 (Zentralbl. d. Bauverw. 1900, S. 375). — [37] Ders., „Hütte“, 19. Aufl., I, S. 1263, und T. H., III, S. 230 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 285) und S. 267 („Stahl und Eisen“ 1906, S. 792). — [38] Ders., T. H., III, S. 271.

c) **Tiefbehälter** (Erdfüllrümpfe) [1] sind — ähnlich wie Hochbehälter (s. d.) — meist in Taschenform (Abb. 790) in Stein oder Beton ausgeführte, zur Lagerung von Schüttgut bestimmte Vorratsräume als Einschaltungen zwischen Verkehrsmittel verschiedener Art, zwischen Verkehrsmittel und Gebäude- oder Haufenlager und umgekehrt; vielfach mit Sturzbahnen bei wechselndem Wasserstand [2] für Kohlen- und Erzverladung von der Eisenbahn in Schiffe (Schonung der Rohstoffe). Tiefliegende Taschen für Erze bei Hochofenbeschickung (s. Schrägaufzüge und [3], für Kohle bei Lokomotivbekohlungsanlagen (s. d.), für Gasanstalten (s. d.), für Versatzmaterial auf Hüttenwerken (s. Spülversatz und [4]). Vgl. ferner Hochbahnkrane, Kipper, Konveyor, Elektrische Nutzlastlokomotive, Schwerkraftbahnen und Massentransport.

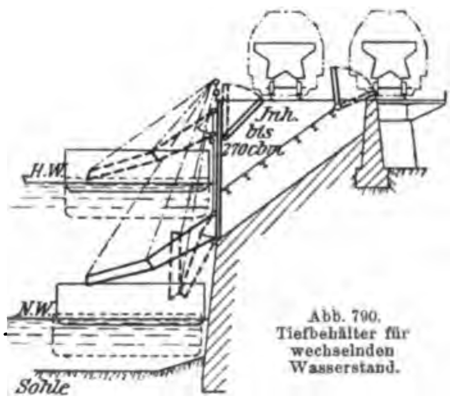


Abb. 790. Tiefbehälter für wechselnden Wasserstand.

Literatur: [1] Buhle, T. L. S. 65 ff. (Glasers Annalen 1898, II, S. 88 ff. und Tafel VI); T. H., III, S. 93 („Glückauf“ 1905, S. 1598); T. H., III, S. 273 ff. — [2] Berkenkamp, Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 361; „Stahl und Eisen“ 1906, S. 1033 ff. — [3] Dinglers Polyt. Journ. 1903, S. 322; 1904, S. 199 u. s. w. — [4] Pütz, Der Spülversatz, Berlin 1907, S. 19 ff.

Vierter Abschnitt.

Ausgewählte Anwendungsgebiete.

I. Gasanstalten.

Transportanlagen für Gasanstalten. Durch sorgfältig ausgeführte Maschinenanlagen zur Beförderung und Lagerung von Kohlen, Koks und Reinigermasse lassen sich im Gasanstaltsbetrieb bedeutende Ersparnisse erzielen. Ferner kann man sich bis zu einem gewissen Grade dadurch von den Störungen durch Arbeitsniederlegung und von Preisschwankungen unabhängig machen, und endlich ist durch sie bei den Kohlen auch die Gefahr einer Selbstentzündung durch Umlagerung leichter und schneller abzuwenden, als es durch Menschenhände möglich ist.

Da nahezu alle unter Massentransport aufgeführten Förder- und Lagereinrichtungen neuerdings bei dem Bau von Gasanstalten verwendet werden, so sei hier auf dieses Stichwort und auf alle darunter fallenden Stichwörter verwiesen. Vgl. insbesondere Greifer, Gurtförderer, Hänge- und Luftseilbahnen, Hochbehälter, Kettenbahnen, Kipper, Konveyor, Krane für Massentransport, Kratzer (Rinnen: Abb. 791), Kübel, Rutschen, Silos, Lager zu ebener Erde und Massentransport. Im übrigen sind zahlreiche Quellenangaben über Ausführungen und Entwürfe neuer Gasanstaltsanlagen angefügt in der

Literatur: Buhle, Das Ofenhausmodell auf der Weltausstellung in Paris 1900, Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1900, S. 634 ff., bezw. T. H., I, S. 101 ff.; Ders., Einrichtungen zur Beförderung und Lagerung von Kohlen, Coke und Reinigermasse für Gasanstaltsbetrieb, Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1901, S. 425 ff., bezw. T. H., I, S. 103 ff. (Brügge, Washington, Winterthur, Bielefeld, Mülhausen i. E., Allenstein, Charlottenburg II, s. a. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1470 ff., bezw. T. H., II, S. 47, Halberstadt, Lauscha-Lichtenberg, Freiberg i. S., Essen, Haag, Kiel, Stockholm, Basel, Warschau, Bromberg, Kassel, Frederiksborg, Zürich, Darmstadt); Ders., in Glasers Annalen 1898, II, S. 68 ff., bezw. Ders., Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 55 ff. (Wilhelmsburg bei Hamburg); ferner ebend., Tafel IV bezw. Tafel X (Zürich); Ders., Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 513, bezw. T. H., I, S. 80 ff. (New York und Milwaukee); desgl. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 514, bezw. T. H., I, S. 81 (Berlin, Gitschiner Strasse, vgl. a. III, S. 108 und 169); Ders., Deutsche Bauztg. 1904, S. 523, bezw. T. H., III, S. 5 (Berlin-Mariendorf); ebend. auch S. 77 und Tafel 1, Verhandl. d. Ver. zur Beförderung des Gewerbefleisses, Sitzungsbericht vom 5. Dez. 1905, S. 294 und Tafel A (Berlin-Tegel), S. 68 ff. (Kassel, Merz-Rinne), S. 70 (Bamag, Marshall-Rinne), Verhandl. d. Ver. zur Beförderung des Gewerbefleisses u. s. w., S. 284 ff., S. 84 und 87 (Kokskarren), S. 94 (Königsberg, vgl. a. „Glückauf" 1905, S. 157 ff.); Weiss, A., Das neue Gaswerk der Stadt Zürich in Schlieren, Zürich 1900 (Schweiz. Bauztg. 1899, Bd. 34, Nr. 17—26); Wuttke, Die deutschen Städte (Städteausstellung Dresden 1903), Text S. 233 ff.: Berlin-Tegel, Tafeln S. 97, 99, 100, Festschr. d. Ver. deutsch. Ing., Juni 1906; Bremen, Tafeln S. 102, 103; Charlottenburg, Tafel S. 104; Darmstadt, Tafeln S. 107 bis 109; Kiel, Tafel S. 111; Leipzig, Tafel S. 112; Nürnberg, Tafel S. 113; Plauen i. V., Tafel S. 116; Blum, Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1901, S. 21 (Cokeaufbereitung und Coketransportanlagen in den Werken der Pariser Gesellschaft); Merz, ebend. 1902, S. 377 (Die neue Förderrinne für glühende Coke in der städtischen Gasanstalt zu Kassel); Drory, ebend. 1902, S. 537 ff. (Das Retortenhaus für Oefen mit geneigten Retorten und seine Entwicklung, Wien, Berlin-Gitschiner Strasse und Berlin-Mariendorf); Marshall, ebend. 1902, S. 603 ff. (Mechanischer Kohlentransport); Keppler, ebend. 1902, S. 697 ff. (Die Kohlenverladevorrichtung des Gaswerkes in Nancy, Kreisführung mit beweglichem Pfeiler); Drory, ebend. 1903, S. 577 ff. (Das Gaswerk Mariendorf bei Berlin); Salzenberg, ebend. 1903, S. 617 (Ausbau des städtischen Gaswerkes zu Krefeld); Aumund, ebend. 1903, S. 427 (Anlage und Wirtschaftlichkeit moderner Transportanlagen); Bernhard, ebend. 1904, S. 289 ff. (Das neue städtische Gaswerk in Rixdorf-Berlin); Kienle, ebend. 1904, S. 357 ff. (Transporteinrichtungen für Kohle und Koks auf einigen Gaswerken Grossbritanniens); Peters, ebend. 1905, S. 240 ff. (Ueber Einrichtungen zur Förderung und Verarbeitung des Koks in Gasanstalten); Eitle, ebend. 1905, S. 766 ff. (Kokslösch- und -transporteinrichtungen); Menzel, ebend. 1905, S. 909 ff. (Kohlen- und Koks-

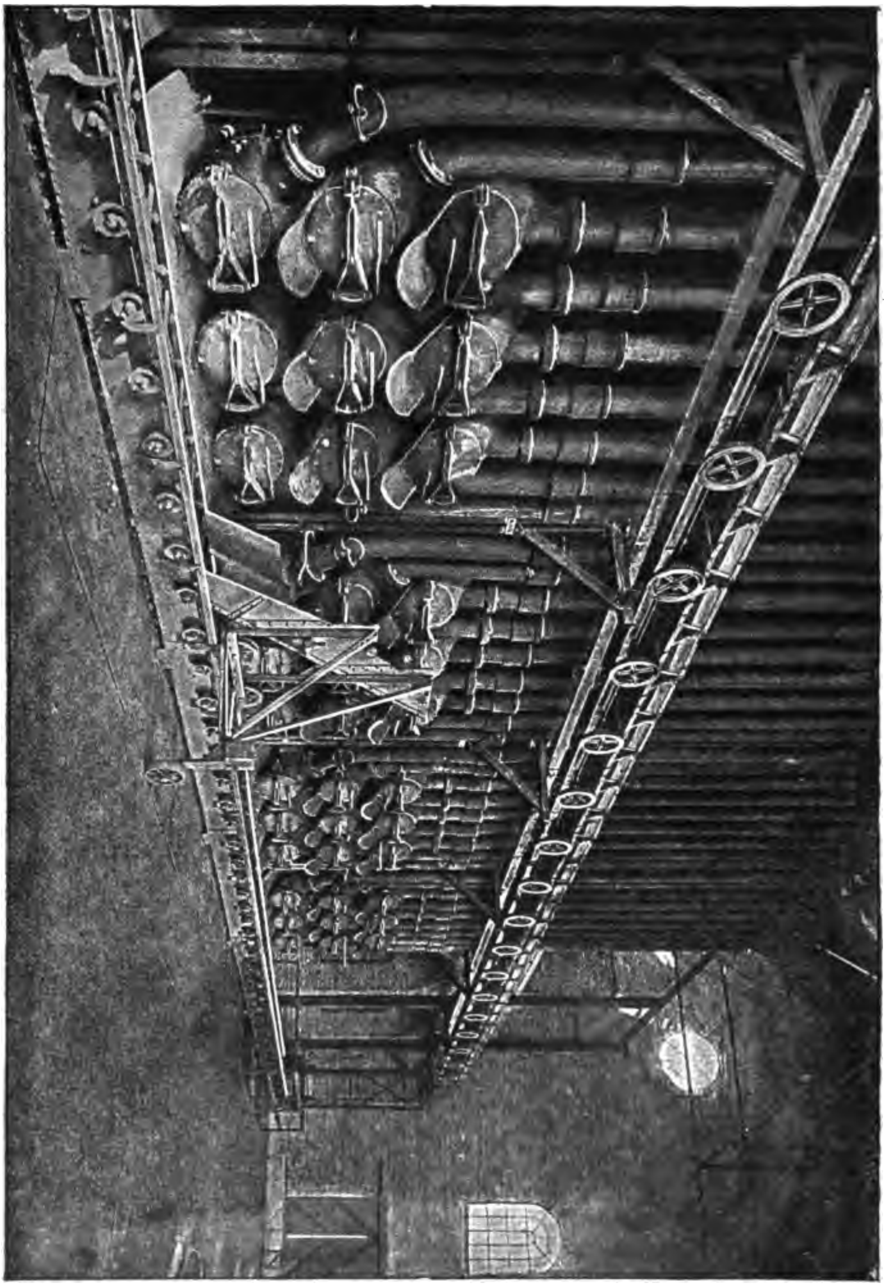


Abb. 791. Bamag-Marshall-Rinne.

fördereinrichtungen und Retortenbeschickung in mittleren Gasanstalten). — Ferner: Görlitz, Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1907, S. 7 ff.; Nürnberg, ebend. S. 86 ff., sowie Tafel III und IV (vgl. a. die Denkschrift über das Städtische Gaswerk Nürnberg von Direktor R. Terhaerst, 1906); Dieterich, Transportanlagen für Gaswerke, Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1907, S. 369 ff. (Gaswerk Mariendorf-Berlin. Tegel-Wittenau [Berlin], Schiedam [Holland], Brüssel-St. Josse, Bromberg); Münchener Kammeröfen, Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1907, S. 717 ff. u. s. w.

II. Hüttenwerke.

Transport- und Lageranlagen auf Hüttenwerken. Das wirtschaftlich wichtigste Gebiet, das bei der Bewegung und Lagerung von Rohstoffen überhaupt in Betracht kommt, liegt im Bergbau- und Hüttenwesen (Hütten-

rohstoffe: Erze, Brennstoffe, Kalksteine, Erden, Schlacken u. s. w.). Die Weltlage verlangt eine zunehmende Bewertung des Zeitfaktors; das beweist am besten das nicht zu leugnende, auf allen Gebieten der Industrie in den letzten Jahren das Erwerbsleben scharf kennzeichnende Hindrängen auf Schnell- und Massenbetriebe bei grösstmöglicher Ersparnis an Zeit und Arbeitsmitteln, und diese Tatsache bedingt in erster Linie die Ausschaltung des Menschen als Kraftmaschine, insbesondere an den Stellen, wo auch hygienische Rücksichten die gleichen Forderungen stellen.

Da im übrigen auf den Hüttenwerken, wie bei den Gasanstalten (s. d.), fast alle unter „Massentransport" aufgeführten Förder- und Lagermittel Anwendung finden, so ist hier auf dieses Stichwort wie auf alle darunter aufgeführten Begriffe hingewiesen; vgl. insbesondere Schrägaufzüge. Hervorgehoben sei aus der einschlägigen (sehr umfangreichen)

Literatur: Frahm, „Stahl und Eisen" 1898, S. 175; 1900, S. 513; 1903, S. 1038; Buhle, Glasers Ann. 1898, II, S. 41 ff.; Sahlin, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 760 ff.; Schrödter, „Stahl und Eisen" 1900, S. 3 ff.; Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 509; Lührmann, „Stahl und Eisen" 1900, S. 564; Aumund, ebend. 1900, S. 825 ff.; Johnston, ebend. 1901, S. 14 ff.; Langheinrich, ebend. 1901, S. 953 ff.; Haedicke, ebend. 1901, S. 975 ff.; Rasch, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1525 ff.; v. Hanffstengel, Dinglers Polyt. Journ. 1902, S. 245; 1906, S. 273, und Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1345; Stephan, Gewerbefleiss 1902, S. 277 ff.; Kotzschmar, ebend. 1903, S. 191 ff.; Brennecke, „Stahl und Eisen" 1904, S. 1113 ff.; Althaus, „Glückauf" 1904, S. 1209 ff.; Johannsen, „Stahl und Eisen" 1905, S. 15 ff.; Kirdorf, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 94 ff.; Osann, „Stahl und Eisen" 1905, S. 1281 ff.; Simmersbach, ebend. 1906, S. 262 ff., Dieterich, ebend. 1906, S. 380 ff.; Buhle, ebend. 1906, S. 641 ff.; ferner: Wedding, H., Ausführliches Handbuch der Eisenhüttenkunde, Bd. 3, S. 663 ff.; Vogel, Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen; Buhle, T. H., III, S. 6, 57, 93, 148, 169, 214 ff. und 241 ff.; Krupp (Friedrich-Alfred-Hütte in Rheinhausen), „Stahl und Eisen" 1907, S. 1445 ff.; sowie Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1908, S. 91 ff.; Naske, Oesterr. Hüttenwerke, „Stahl und Eisen" 1907, S. 1645 ff. (insbesondere auch S. 1730); Zeitschriftenschau der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., „Bergbau", „Eisenhüttenwesen", „Lade- und Lagervorrichtungen", „Seil- und Kettenbahnen". Ferner (s. Vorwort), Fröhlich, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1170; 1905, S. 466, 645; 1906, S. 1729, 1855, 1973; 1907, S. 47, 88, 139, 219, 491, 1727, 1815, 1936 ff.; Stauber, „Stahl und Eisen" 1907, S. 965 ff.; Michenfelder, Dinglers Polyt. Journ. 1907, S. 663 ff.

III. Kesselhäuser.

Kesselhäuser sind bekanntlich Gebäude, die innerhalb von grösseren Häusergruppen zur Aufnahme von Dampfkesseln dienen.

Beispiele (nach Angaben der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin) bieten Abb. 792 und 793

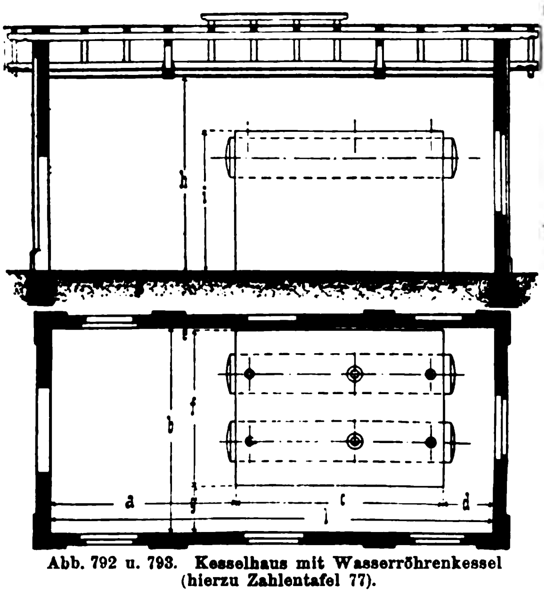


Abb. 792 u. 793. Kesselhaus mit Wasserröhrenkessel (hierzu Zahlentafel 77).

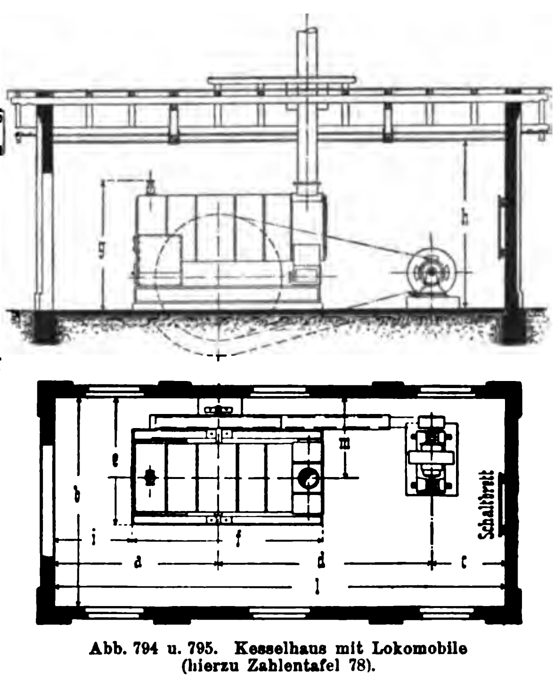


Abb. 794 u. 795. Kesselhaus mit Lokomobile (hierzu Zahlentafel 78).

mit Tafel 77 und Abb. 794 und 795 mit Tafel 78. — Das Kesselhaus ist, wenn die örtlichen Verhältnisse es irgend gestatten, unmittelbar neben das Maschinen-

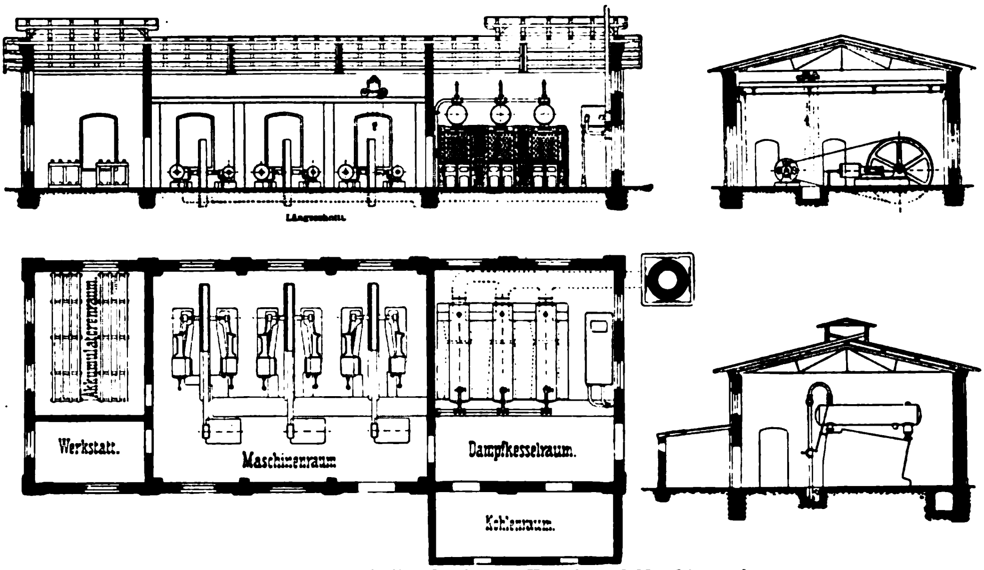
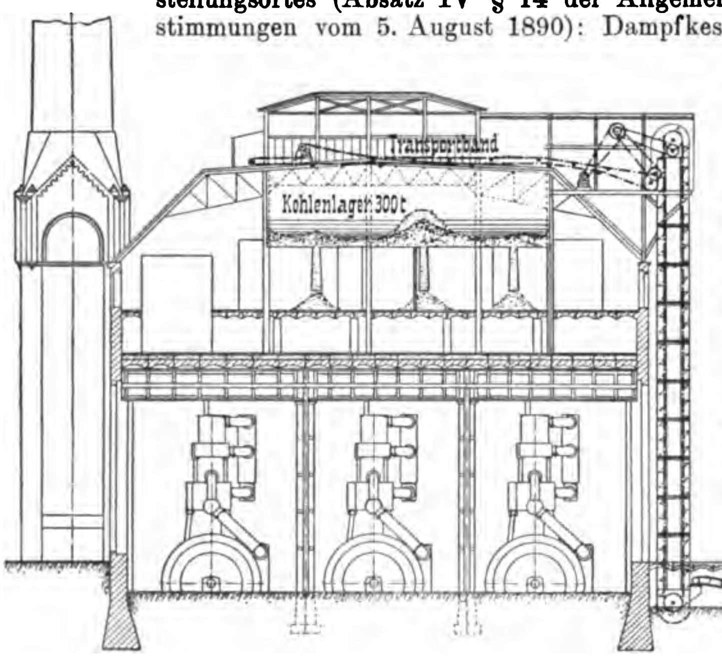


Abb. 796—799. Schnitte durch eine Kessel- und Maschinenanlage.

haus zu legen (Abb. 796—799), um möglichst kurze Dampfleitungen zu erhalten und eine leichte Zugänglichkeit vom Maschinenhaus zu den Kesseln zu ermöglichen. Für die Anlage von Dampfkesseln gilt in Deutschland bezüglich des Aufstellungsortes (Absatz IV § 14 der Allgemeinen polizeilichen Bestimmungen vom 5. August 1890): Dampfkessel, welche für mehr als 6 Atmosphären Ueberdruck bestimmt sind, und solche, bei welchen das Produkt aus der feuerberührten Fläche in qm und der Dampfspannung in Atmosphären Ueberdruck über dreissig beträgt, dürfen unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, nicht aufgestellt werden. Innerhalb solcher Räume ist ihre Auf-



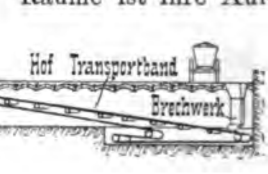


Abb. 800. Krafthaus der Berliner Elektrizitätswerke „Luisenstrasse" (9000 PS.).

stellung unzulässig, wenn dieselben überwölbt oder mit fester Balkendecke versehen sind. Daraus folgt, dass häufig bei Krafthäusern in grossen Städten die Kessel über den Maschinen angeordnet werden (Abb. 800) [1]. Oft werden auch (in England und Amerika) die Kessel in mehreren übereinander gelegenen Stockwerken angeordnet [2] (vgl. Hochbehälter, S. 331, Abb. 759).

Zahlentafel 77. Abmessungen von Kesselhausanlagen mit Wasserröhrenkesseln. (Zu Abb. 792 und 793; Masse in mm.)

Kessel für normal	Wasserberührte Heizfläche in qm	a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	Höhe über Werksohle des Schornsteins in m	Obere lichte Weite des Schornsteins in mm
9–15 PS.[1]	21	2500	4150	3200	1500	150	3000	1000	3750	2900	7200	18	400
15–20 „	31	3750	4650	4500	1500	150	3500	1000	4500	3400	9750	20	500
28,5 „	44	3750	5300	4500	1500	150	3900	1250	4500	3400	9750	20	580
42 „	58	4250	5500	5000	1500	150	4100	1250	4500	3500	10750	25	650
55 „	75	5000	5500	5700	1500	150	4100	1250	4750	3750	12200	25	750
84 „	100	5000	5900	5700	1750	150	4500	1250	5000	3900	12450	30	875
108 „	116	5000	6200	5700	1750	150	4800	1250	5500	4400	12450	30	920

Zahlentafel 78. Abmessungen von Kesselhausanlagen mit Lokomobilen. (Zu Abb. 794 und 795; Masse in mm.)

Normale Leistung der Lokomobilen in effektiven PS.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m
Lokomobile von 3,0 PS.	4500	3000	1500	4000	2000	3000	1500	3000	2500	10000	1000
„ „ 5,5 „	4500	3000	1500	4000	2000	3000	1500	3000	2500	10000	1000
„ „ 11,0 „	5000	3250	1500	4000	2000	3500	1750	3250	3000	10500	1100
„ „ 13,0 „	5000	3250	1800	4000	2000	3500	1750	3250	3000	10800	1100
„ „ 17,0 „	5800	3500	1800	4000	2250	3700	1900	3400	3400	11600	1200
„ „ 28,5 „	6850	4000	2000	4500	2750	4700	2300	4000	4050	13350	1500
„ „ 42,0 „	7250	4500	2000	5000	3000	4900	2500	4250	4250	14250	1600
„ „ 55,0 „	7700	5000	2000	5500	3500	5400	2750	4500	4700	15200	1900
„ „ 84,0 „	8500	5500	2500	6000	4000	6000	3100	4800	5100	17000	2100
„ „ 108,0 „	9000	5750	2500	6500	4000	6200	3200	5000	5500	18000	2100

Förder- und Lageranlagen in Kraftwerken mit Kesselhäusern. Für die in erster Linie durch die Entwicklung der Elektrotechnik ermöglichten, besonders im Interesse grösserer Betriebsbilligkeit neuerdings mehr und mehr zentralisierten Energieerzeugungsanlagen bilden die zeit- und arbeitsparenden Transportmaschinen (Abb. 800) wichtige Faktoren hinsichtlich der Leistungsfähigkeit, Rentabilität und Betriebssicherheit (Aufrechterhaltung des Betriebes bei Streiks, Störungen in der Zufuhr u. s. w.; s. a. Haufenlager und Hochbehälter (Abb. 764) sowie Druckwasserförderer und Konveyor).

Da wie bei den Gasanstalten (s. d.) und Hüttenwerken (s. d.) auf den Kraft- und Lichtwerken mit Kesselhäusern nahezu alle unter Massentransport (s. d.) zusammengefassten Förder- und Lagervorrichtungen (Zuführung bezw. Stapelung der Brennstoffe wie Kohle u. dergl., Abführung der Rückstände wie Asche, Schlacken u. s. w.) angewendet werden, so möge hier die Angabe von bemerkenswerten derartigen Einrichtungen aus der Literatur genügen [3]. Hinsichtlich der neuerdings in grossen Kesselhäusern mit Vorliebe verwendeten (auch hierhergehörigen) selbsttätigen Feuerungen (s. Feuerungsanlagen, Luegers Lexikon, Bd. 4, S. 7 ff., [4]) sei nur eingegangen auf die mechanische Patentkettenrostzuführung der Deutschen Babcock & Wilcox-Dampfkesselwerke, A.-G., in Oberhausen (Abb. 801; vgl. a. Abb. 418 und 419) [5]. Der Rost besteht aus einer aus kurzen gusseisernen Roststabgliedern zusammengesetzten Kette, die oben und unten durch in bestimmten Zwischenräumen angeordnete Walzen unterstützt wird; letztere sind in gusseisernen Seitenrahmen gelagert. Diese auf vier Rädern ruhenden Seitenrahmen bilden den Kettenrostwagen, der aus dem eigentlichen Feuerraum ohne Schädigung des Mauerwerkes herausgefahren werden kann. Aus dem am vorderen Ende befindlichen abstellbaren Kohlentrichter gelangt das Brennmaterial der ganzen Rost-

[1]) Die angegebene Leistung wird von Einzylinderdampfmaschinen ohne Kondensation erreicht; bei Verbunddampfmaschinen oder bei Anwendung von Kondensation können die Kessel entsprechend kleiner gewählt werden.

breite nach auf die Kette, die durch ein regelbares Schaltwerk langsam durch den Verbrennungsraum geführt wird. Die Geschwindigkeit der Kohlenzufuhr wird derart geregelt, dass sie zur vollständigen Verbrennung der Kohle ausreicht. Die Höhe der Kohlenschicht ist durch eine zweiflügelige Schiebetür entsprechend der Belastung des Kessels genau einstellbar und ebenso regelbar.

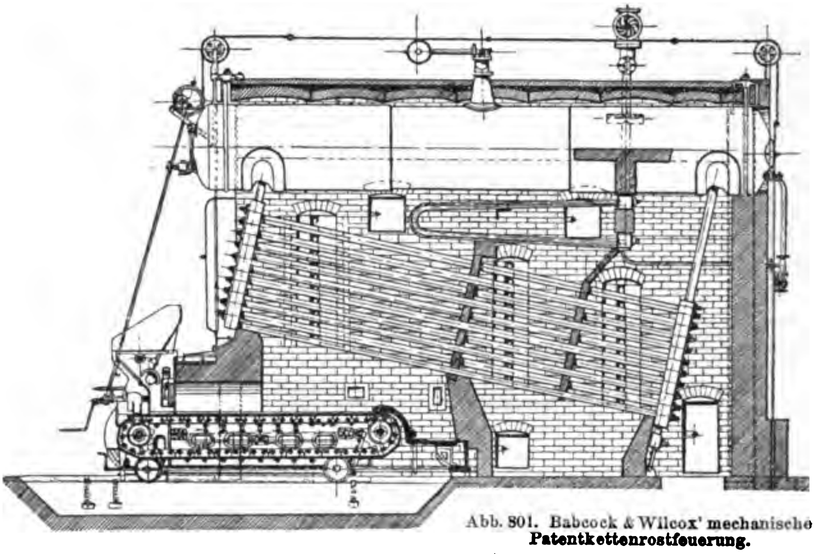


Abb. 801. Babcock & Wilcox' mechanische Patentkettenrostfeuerung.

Die sich bildende Asche und Schlacke wird durch die Bewegung des Rostes nach rückwärts getragen und fällt dort auf eine die Aschenfallöffnung abschliessende Klappe. Letztere kann vom Heizerstand aus geöffnet werden, und zwar geschieht dies ein- oder zweimal täglich, je nach dem Aschen- und Schlackengehalte der Kohle. Das Abschlacken findet somit vollkommen selbsttätig ohne Oeffnen der Heiztüren oder die Zuhilfenahme von irgendwelchen

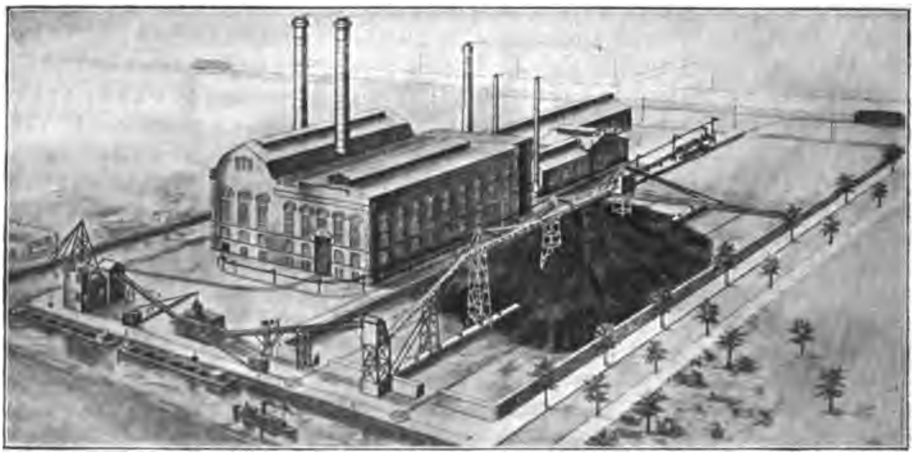


Abb. 802. Kohlenförder- und -lageranlage der American Tube & Stamping Co. in Bridgeport (Robins Co.).

Werkzeugen statt. Die Umdrehzahl der Hauptantriebswelle beträgt 35 in der Minute und der Kraftbedarf für jeden Kessel $^1/_2$ PS.; der Rost kann jedoch auch im Falle eines Motorstillstandes von Hand aus bewegt und auch durch die obenerwähnte zweiflügelige Schiebetür zeitweilig von Hand aus gefeuert werden. — Aehnliche Anlagen werden ferner gebaut von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G. (Bamag) in Berlin (Wanderrost), von der Büttner G. m. b. H. in Uerdingen a. Rh., von der Sächsischen Maschinenfabrik vorm. R. Hartmann, A.-G., Chemnitz, von A. Stotz, Stuttgart, Topf &

Söhne, Erfurt, Münkner in Bautzen, Wegener sowie Bousse in Berlin, Thost in Zwickau u. a. Vgl. a. Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen, 1907, S. 339, u. Elektrot. Z. 1907, S. 300; Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1433.

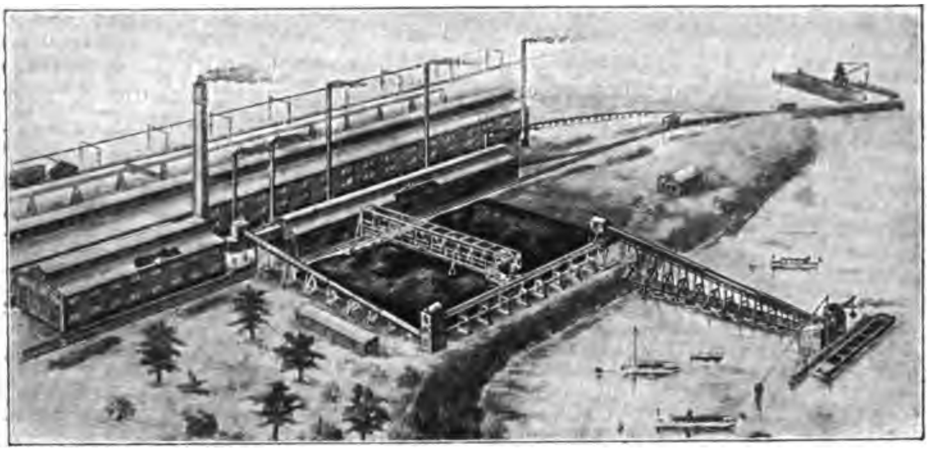


Abb. 803. Krafthaus der Brooklyner Hochbahn (Robins Co. in New York).

Endlich sei noch einiger neuerer Anlagen gedacht, bei denen die Gurtförderer der bekannten Robins Co. in New York (Vertreter Muth-Schmidt in Berlin und W. Fredenhagen in Offenbach) nicht nur zum vorwiegend wagerechten Transport dienen, vielmehr durch Zickzackführung (Abb. 804) zum Heben ganz bedeutender Mengen auf beträchtliche Höhen benutzt werden.

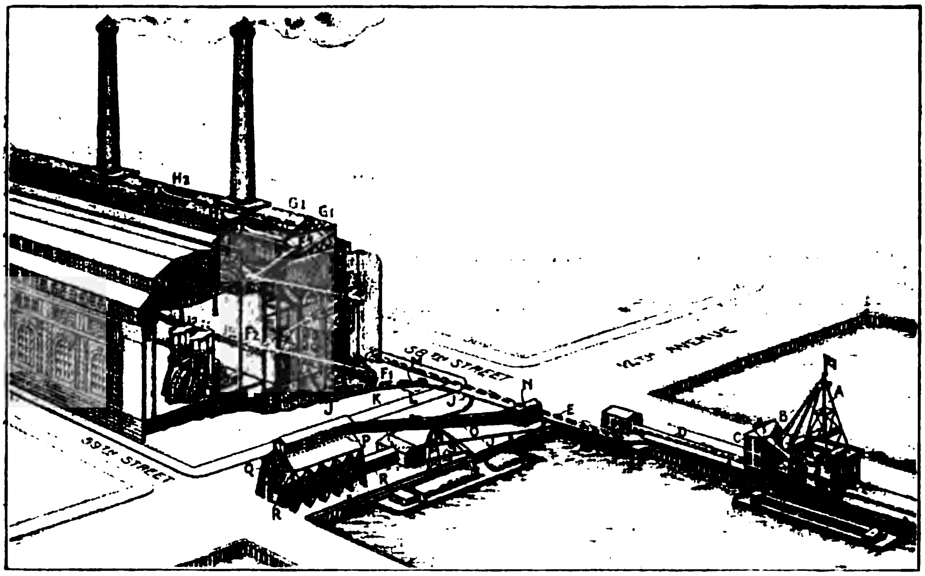


Abb. 804. Kraftwerk der Rapid Transit Co., New York (Robins Co. in New York).
A elektrischer Kohlenkran mit Greifer und Brecher, *B* Robins-Band, *C* Wägehaus, *D* Robins-Gurtförderer, *E* desgl. (im Tunnel unter der Strasse), F_1 bis F_4 desgl., Leistung 200 t/st, Hubhöhe rd. 33 m, G_1 und G_2 desgl., Bunkerbänder mit selbsttätigen Abwerfern, H_1 und H_2 selbsttätig verteilende (Umkehr-) Abwurfwagen, *I* Gleise, *K* selbstentladende Aschewagen, *L* elektrische Lokomotiven, *M* Standort des Führers, *N* Entladestelle für die Aschewagen, *O* Robins-Band für Aschetransport, *P* desgl. zur Aschelagerung im Hochbehälter, *Q* Aschelager, *R* Robins-Band zur Aschelagerung nach dem Uferkran, *S* Uferkran mit Robins-Gurt zur Verladung der Asche in Schiffe.

Abb. 802 zeigt die Kohlenzufuhr der American Tube & Stamping Co. in Bridgeport, Conn. Die Kohle kann entweder unmittelbar auf das offene Lager oder direkt zur Verwendungsstelle gelangen, oder es kann z. B., während Kesselkohle entladen und gelagert wird, Gaskohle vom Lager nach den Generatoren gebracht werden. Die Anlage leistet stündlich bis zu 200 t.

Bei dem in Abb. 803 veranschaulichten Kraftwerk der Brooklyner Hochbahn wird die mittels fahrbarer elektrischer Drehkrane in einen Uferhochbehälter entladene Kohle durch Band Nr. 1 einem zweiten Band (Nr. 2) zugeführt, das es zu einem rund 100000 t fassenden Lager trägt. Die Hälfte dieser Menge kann man allein durch das Tunnelband Nr. 3 wieder vom Lager nehmen, um die Kohle weiter zu den Verwendungsstellen zu bewegen (Bänder Nr. 4, 5 u. s. w.); der Rest wird durch die bereits erwähnten elektrischen Krane, die über Drehscheiben nach den Lagergleisen gelangen können, gleichfalls dem Tunnelband zugeführt. Auch hier beträgt die Stundenleistung 200 t.

Zum Schluss sei noch auf die in jeder Beziehung sehr vollkommene, für 120000 PS. eingerichtete Krafthausanlage der Rapid Transit Co. (New Yorker Untergrundbahn) hingewiesen. Eine Erläuterung der sehr bemerkenswerten Abb. 804 erübrigt sich durch die beigefügte Legende.[1])

Literatur: [1] Buhle, T. H., I, Berlin 1901, S. 73 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 172 ff.). — [2] Ders., ebend., III, Berlin 1906, S. 162 und Tafel 6. — [3] Ders., Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, S. 59 ff. (Glasers Annalen 1898, II, S. 65 ff.); Ders., T. H., I, Berlin 1901, S. 65 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 117 ff.), S. 137 (Journ. f. Gasbeleucht. 1901, S. 626); ebend., II, Berlin 1904, S. 20, ferner S. 62 (Glasers Annalen 1903, II, S. 220), S. 85 ff. (Glasers Annalen 1904, I, S. 30 ff.); ebend., III, Berlin 1906, S. 16 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 553), S. 20 und 97 („Glückauf" 1904, S. 859, und 1905, S. 162), S. 161 ff., ferner S. 272 („Stahl und Eisen" 1906, S. 854), S. 289 ff. bezw. 298 ff. (Elektr. Bahnen und Betriebe 1904, S. 430 ff., bezw. 1906, S. 538 ff.); ferner Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 323 ff. (Wertheim in Berlin); ebend. S. 761 und 1718; Schimpff, G., Glasers Annalen 1906, II, S. 101 ff.; Buhle, Elektr. Kraftbetriebe und Bahnen (Ueber neuere Gebäudelager für schüttbare Brennstoffe) 1907, S. 629 (s. a. ebend., S. 41 ff. [Tafel I] und S. 267); ferner Buhle, Die Fördertechnik 1907, S. 173 ff. (Zur Frage der mechanischen Kesselhausbekohlung). — [4] Ders., ebend., II, S. 93 ff.; III, S. 268 („Stahl und Eisen" 1906, S. 794, sowie Lind, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 59 ff.). — [5] Ders., ebend., III, S. 193 und Tafel 6.

IV. Lokomotivbekohlungsanlagen.

Diese Anlagen sind, soweit sie mechanisch betrieben werden, in neuerer Zeit insofern eine Folge des stetig zunehmenden Zugverkehrs, als die Forderungen an eine schnelle Kohlenversorgung der Lokomotiven erheblich gegen früher gewachsen sind, und weil die Vermehrung der Kohlenbühnen mit von Hand betätigten Kranen u. dergl. durch die mit ihnen zugleich steigende Zahl von Kohlenladern meist unzweckmässig ist aus Gründen, die bereits bei den — ähnlichen Bedingungen unterworfenen — Förder- und Lageranlagen in Kraftwerken (s. Kesselhäuser) bei Gasanstalten (s. d.) und Hüttenwerken (s. d.) aufgeführt wurden; im übrigen vgl. Lager zu ebener Erde, Hochbehälter, Kipper, Konveyor, Schiffsbekohlung, Massentransport und [1].

Nach der Anordnung und Formgebung ihrer Vorratsbestände seien die Lokomotivbekohlungsanlagen in zwei Gruppen geteilt:

I. Die auf Lagerplätzen zu ebener Erde (Kohlenbansen) gestapelten Kohlen gelangen auf vielen Bahnhöfen noch heute

a) mittels 50 kg fassenden Handkörben oder

b) bei einer Mindesttagesausgabe von 20 t (unter Halbierung der Verladungszeit und -kosten gegenüber a) durch Verwendung eiserner Schmalspurwagen (Hunde) von 500 (1000) kg Inhalt auf eine Bühne (Abb. 805) [2] und von hier auf den Tender.

c) In Dänemark heben vielfach die zu bekohlenden Lokomotiven mittels einer am Tenderzughaken befestigten Kette von bestimmter Länge die Kohlenkübel gerade so hoch, dass, wenn der Tender vor dem Kohlendrehkran steht, der Kübel sich bequem vom Heizer entleeren lässt [3].

d) In Schweden findet man häufig, dass Schmalspurwagen mittels eines Seiles auf einer Rampe zu einer Kohlenbühne hinaufgezogen werden mit Hilfe von Vollbahnlokomotiven, die auf neben der Bühne angeordneten Gleisen laufen [4].

---

[1]) Vgl. auch die Kohlen- und Aschenförderungsanlage im Kraftwerk der Untergrundbahn New York (Elektrotechn. Zeitschr. 1906, S. 789 ff.); ferner ebend., S. 1170.

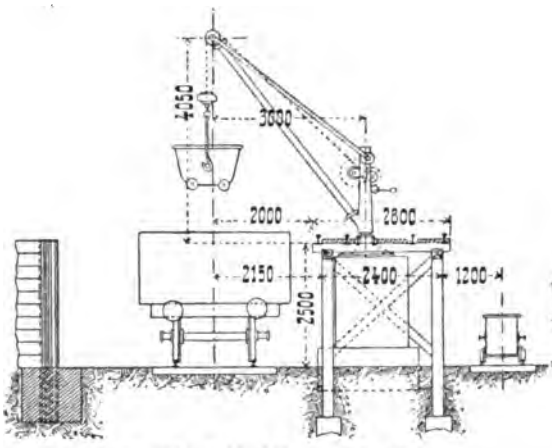


Abb. 805. Kohlenbühne mit Drehkran.

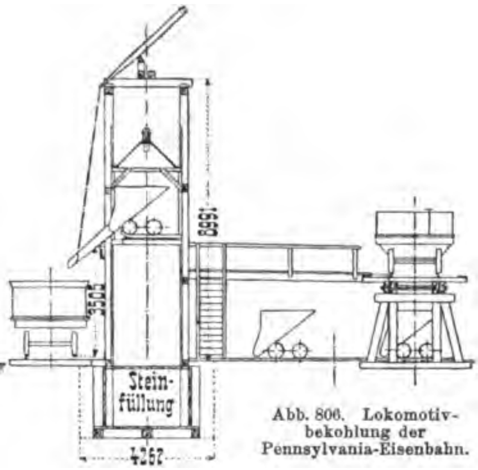


Abb. 806. Lokomotiv-bekohlung der Pennsylvania-Eisenbahn.

e) In ähnlicher Weise betätigen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika oft die zu bekohlenden Lokomotiven einen Aufzug (Abb. 806), dessen schmalspurige Wagen gefüllt werden von einem erhöhten Gleis aus, auf das Vollbahnwagen mittels einer Rampe hinaufgedrückt sind [5].

f) Tagesleistungen bis zu 700 t weist die mit einem Bockkran mit Wage ausgerüstete Mannheimer Anlage (Abb. 807—810) auf [6]; das Lager (205 × 9,14 m = 1874 qm ~ 3400 t Kohlen) wird nur beansprucht, wenn keine Wagen zum unmittelbaren Ueberladen von Kohlen zur Stelle sind.

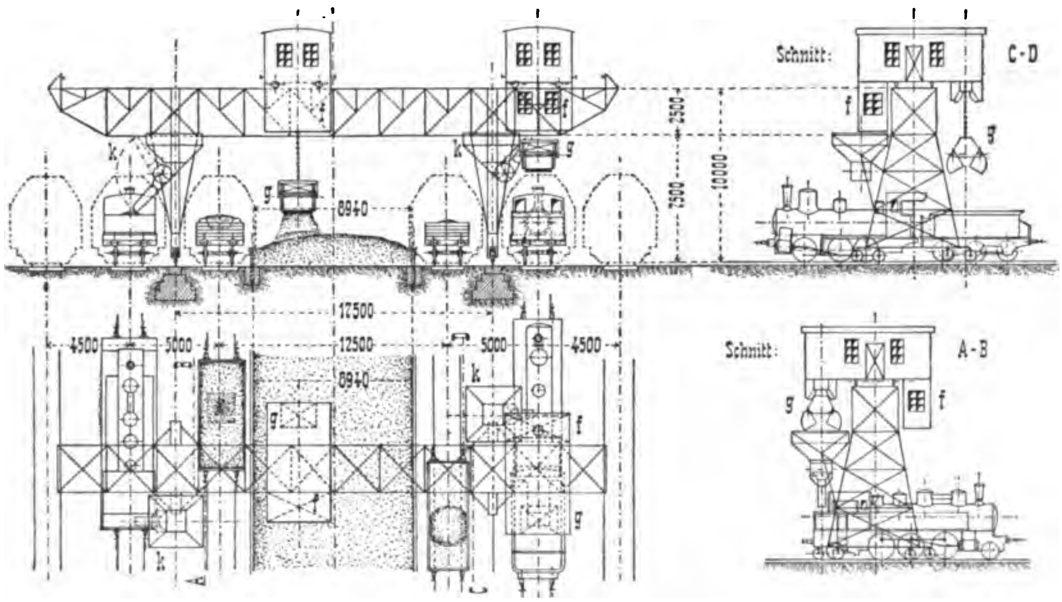


Abb. 807—810. Lokomotivbekohlungsanlage in Mannheim (Guilleaume-Werke, Neustadt a. H.). *g* Greifer (1,25 t). *f* Führerstand. *k* Kohlentrichter mit Messtrommel.

II. Im allgemeinen in der Anlage etwas teurer, im Betrieb aber wegen der geringeren Zahl von Bedienungsmannschaften oft wesentlich billiger sind die mit Hochbehältern (s. d.) — bezw. ausserdem mit Tiefbehältern (s. d.) — ausgestatteten Anlagen.

g) Neuerdings in den Vereinigten Staaten von Nordamerika sehr beliebt und verbreitet ist die Anordnung (Abb. 811) mit Segmentlager (s. Lager zu ebener Erde) mit auf Ringgleis fahrbarem Greiferdrehkran (s. Greifer), Hochbehälter, Jochbrücke mit Taschen (s. d.) und Tiefbehältern für Kohle und Asche [7].

h) In Deutschland kommt in Aufnahme der Greiferhochbahnkran mit überspanntem Haufenlager und seitlichen, auch zur Aufnahme von Schlacken und Asche bestimmten Hochbehältern (Abb. 812 und 813) [8].

i) Bei der Huntschen Anlage (Abb. 814 und 815) [9] ist die Aufgabe gelöst, 500 t Kohle mit Hilfe eines 60 t/st leistenden Konveyors (s. d.), so in einem auf beschränkter Grundfläche errichteten Gebäude zu lagern, dass die Lokomotiven in der kürzesten Zeit mit Brennstoff, Sand und Wasser versorgt und zugleich von der Asche befreit werden können. 11 Leute bilden die Bedienung der Station: 1 Vormann, 1 Maschinist, 4 Arbeiter zum Entladen der Wagen, 1 Mann im Tunnel, 1 zum Anfeuchten und Kühlen der Asche, 1 im Kohlenspeicher und 2 an den Schüttrinnen zum Messen (Messtrommelinhalt 2,5 t) und Ausgeben von Kohlen, Wasser und Sand. Durchschnittlich machen 560 t in 10 Stunden den Kreislauf, wobei sich die Kosten auf 10 ₰/t Kohlen und 18 ₰/t Asche (Amerika!) belaufen; es werden in 24 Stunden 150 Lokomotiven bekohlt und 6 Wagen (zu 22 t) mit Asche gefüllt. Die erste derartige Anlage in Deutschland wurde in St. Johann-

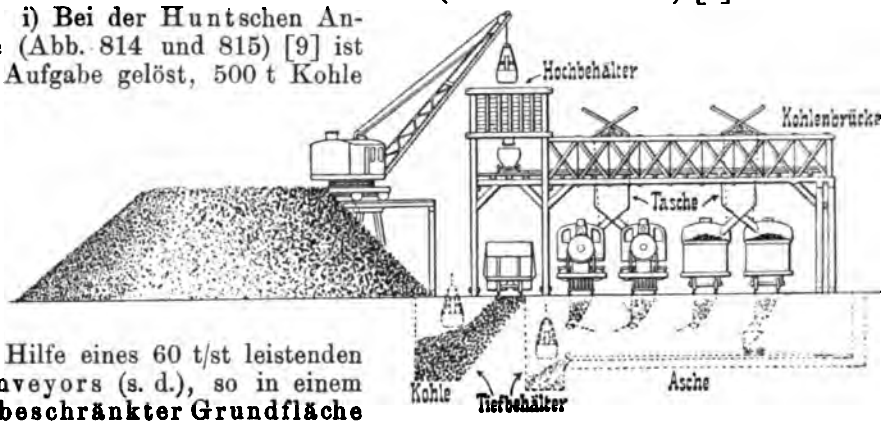


Abb. 811. Lokomotivbekohlungsanlage der Dodge Coal Storage Co. in Philadelphia (vgl. Abb. 776).

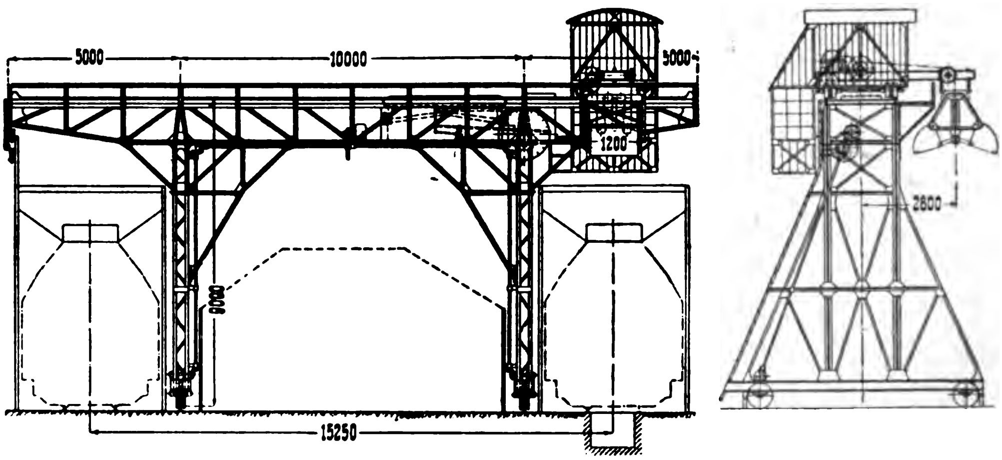


Abb. 812 u. 813. Lokomotivbekohlung in Cöln (C. Schenk in Darmstadt).

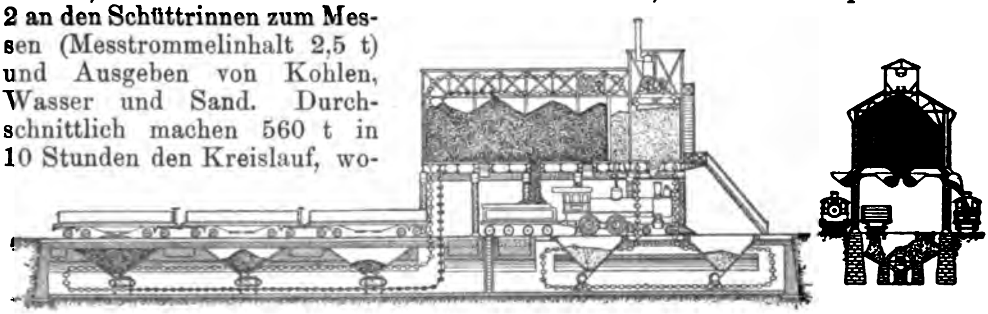


Abb. 814 u. 815. Huntsche Lokomotivbekohlungsanlage in Philadelphia.

Saarbrücken erstellt [10]; bei später von derselben Firma (J. Pohlig in Cöln) ausgeführten derartigen Anlagen in Antwerpen [11] und München (Abb. 816) sind die ebenfalls als Lagerräume dienenden (übrigens nur bei niedrigem Grundwasserstand preiswert herstellbaren) Erdfüllrümpfe (Tiefbehälter) wesentlich grösser bemessen. In München beträgt das Fassungsvermögen der Tiefbehälter 1100 t, das der Hochbehälter (bei 34 m Länge und 4,2 m Breite) 180 t. Leistung der Becherkette 30 t/st, der Messgefässe 1,5 t/min; Arbeitsverbrauch rund 6—8 PS. In 10 Stunden sind 120 Lokomotiven mit ~ 300 t zu bekohlen. Kosten der Eisenkonstruktion und der mechanischen Teile 99200 ℳ, der Tiefbehälter und des Kanals 25600 ℳ.

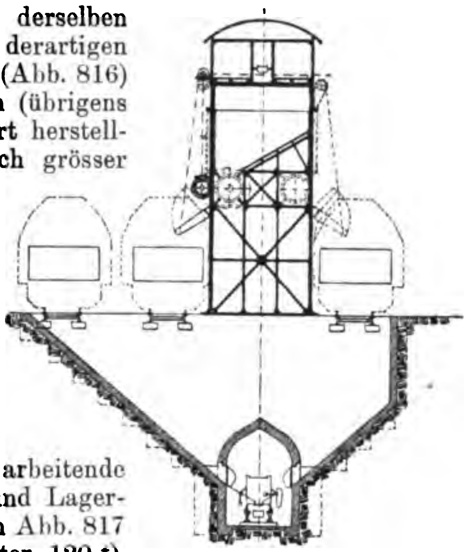


Abb. 816. Lokomotivbekohlung in München (J. Pohlig, A.-G., in Cöln).

k) Eine neuere, ebenfalls mit Konveyor arbeitende amerikanische Kohlen- und Aschenförder- und Lageranlage zeigen die für sich selbst sprechenden Abb. 817 und 818 (Kohlenlager 2500 t, Aschenbehälter 120 t). Nach den Betriebsergebnissen der vereinigten Preussischen und Hessischen Staatseisenbahnen im Geschäftsjahr 1904 betrugen die Barauslagen für die Lokomotivkohlen 75155000 ℳ (Wert an der Zeche). Die Transportleistung für diese Kohlen betrug rund 1350000000 t-km. Für das Aufstapeln der Kohlen und das Ueberladen derselben werden etwa 60 ₰/t gerechnet; das sind bei 6900000 t jährlich 4200000 ℳ [12].

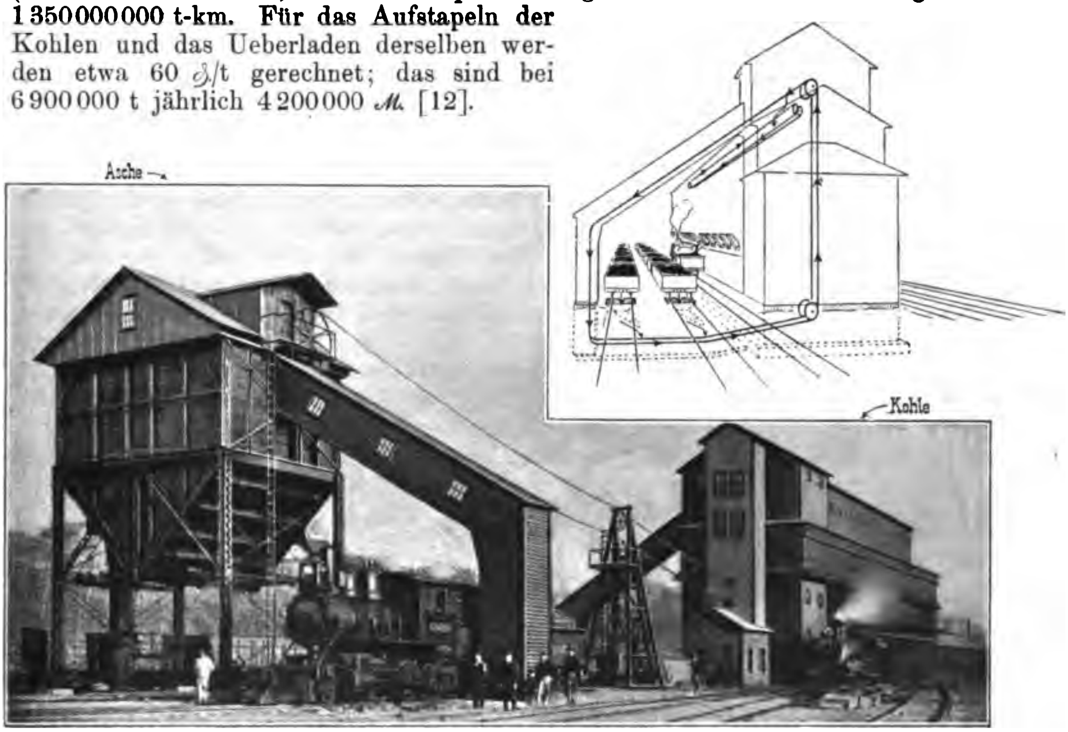


Abb. 817 u. 818. Kohlen- und Aschen-Förder- und Lageranlagen der Link Belt Engineering Co. in Chicago.

Literatur: [1] Buhle, T. H., III, Berlin 1906, S. 320 und S. 101 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 783); Ders., ebend., II, S. 67 („Stahl und Eisen“ 1903, S. 1330); ferner Zimmer, The mechanical handling of material, London 1905, S. 410 ff. — [2] Berndt, Der Eisenbahnbau der Gegenwart, 3. Abschn., Bahnhofsanlagen, Wiesbaden 1899, S. 736 ff.; vgl. a. ebend., S. 807 (Literatur über Kohlenladevorrichtungen für Betriebs- und für Verkehrszwecke). — [3] Buhle, Glasers Annalen 1898, II, S. 91 und Tafel 7). — [4] Ders., ebend., S. 69 ff. — [5] Ders., T. H., II, S. 57 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 74 ff. — [6] Mannheim und seine Bauten,

Mannheim 1906, S. 445; vgl. a. S. 439 und 474 sowie Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnwesens 1903, S. 113 ff., und v. Hanffstengel, Dinglers Polyt. Journ. 1906, S. 625 ff. — [7] Buhle, T. H., III, S. 238 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 310); ferner Blum und Giese, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1908, S. 204 ff. — [8] Guillery, ebend. 1907, S. 292 ff. — [9] Buhle, T. H., I, S. 64 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 81 ff.) und Glasers Annalen 1898, II, S. 92 ff. — [10] Ders., Glasers Annalen 1898, II, S. 93. — [11] Ders., ebend., Tafel 6. — [12] Pforr, ebend. 1907, I, S. 208; Harprecht, ebend. 1906, I, S. 184 ff.; Zimmermann, ebend. 1907, I, S. 36 ff.

V. Schiffsbekohlung.[1])

Auf der fünften Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft im Jahre 1903 hielt der Vertreter der C. W. Hunt-Gesellschaft in New York, Hr. J. Pohlig, Cöln, [1] einen sehr bemerkenswerten Vortrag über die zweckmässigste Bauart der Schiffe zur Ermöglichung eines schnellen Be- und Entladevorganges. Der Redner wies auf die grossen Ersparnisse hin, welche bei schneller Entladung der Seeschiffe erzielt werden können, indem dieselben in kurzer Zeit wieder abgefertigt und für den Dienst bereitgestellt zu werden vermögen, was zugleich eine bessere Ausnutzung der Hafenanlagen bedeutet. Ganz besonders gelte für Häfen, was verallgemeinert lauten würde: Es kann nicht oft genug darauf hingewiesen werden, von welch einschneidender Bedeutung die Verbesserung und zweckmässige Einrichtung der Transporte für die Rentabilität eines Werkes ist. Auch Hüttenwerke, chemische Fabriken, Zuckerfabriken, Gaswerke, Gruben u. s. w., überhaupt alle Werke, bei denen grosse Massenbewegungen in Frage kommen, können mit Hilfe zweckmässiger maschineller Einrichtungen oft ungeahnte Ersparnisse erzielen neben einer Beschleunigung der Transporte selbst und dem Vorteil grösserer Unabhängigkeit von den Arbeitern.

Es ist begreiflich, dass diese Erkenntnis am ersten da zum Durchbruch kam, wo die Arbeitslöhne am höchsten sind, in Nordamerika, und wir finden daher dort Transport- und Verladeeinrichtungen in einer Weise entwickelt wie sonst nirgends. Der Anstoss zur Einführung derartiger Verbesserungen kommt daher von Amerika; Deutschland hat, namentlich in den letzten Jahren, schon manche Verbesserungen in dieser Hinsicht durchgeführt, aber es bleibt noch viel zu tun übrig, wenn man eine Verbilligung der Betriebskosten und eine erhöhte Rentabilität erreichen will, wie sie in ähnlichen amerikanischen Werken schon lange bestehen, und welche Europa daher auf manchem Gebiete zu unterbieten in der Lage sind.

Was nun im besondern die mechanischen Einrichtungen zum Löschen und Laden von Schiffen anlangt, so kommen vor allem in Betracht Vorrichtungen, welche das Gut 1. von einem Schiff in ein andres oder 2. vom Schiff zum Speicher, Schuppen oder Lagerplatz bezw. umgekehrt oder 3. zwischen Schiff und Eisenbahnwaggon oder Landfuhrwerk befördern.

---

[1]) Der Abschnitt hätte eigentlich überschrieben sein sollen: „Mechanische Einrichtungen zum Löschen und Laden von Schiffen unter besonderer Berücksichtigung von Sammelkörpern"; allein es würden dann derartig viel Wiederholungen nötig geworden sein, dass gleichsam eine Inhaltsübersicht über alles Vorhergehende daraus entstanden sein würde oder nur eine Quellensammlung. Beides war nicht beabsichtigt, und deshalb wurde auch im Hinblick auf das vorige Kapitel die Bezeichnung „Schiffsbekohlung" gewählt, wenngleich auch andre Lade- und Löschvorgänge mit gestreift werden. Wie „schwammig" diese Begriffe sind, mögen folgende Begriffserklärungen andeuten:

Laden (Beladen; Gegensatz: Löschen, s. d.) bedeutet im Handel und in der Technik den Uebergang einer Ware von einem Lager (s. Haufenlager), Schuppen, Speicher (s. d.) oder dergl. in ein Verkehrsmittel oder umgekehrt bezw. von einem Fahrzeug zu einem andern; vgl. [1], Kipper und Massentransport.

Löschen (Gegensatz: Laden, s. d.) bezeichnet im Güterverkehr den Vorgang des Entladens, namentlich von Schiffsfahrzeugen; vgl. [1] und Massentransport.

Literatur: [1] Ernst, Hebezeuge, 4. Aufl., Berlin 1903; Kammerer, Die Technik der Lastenförderung einst und jetzt, München 1906; Böttcher, Krane, München 1906; Buhle, T. H., I—III; „Hütte", 19. Aufl., I. Teil, S. 1143 ff. u. S. 1230 ff.; desgl. 20. Aufl.

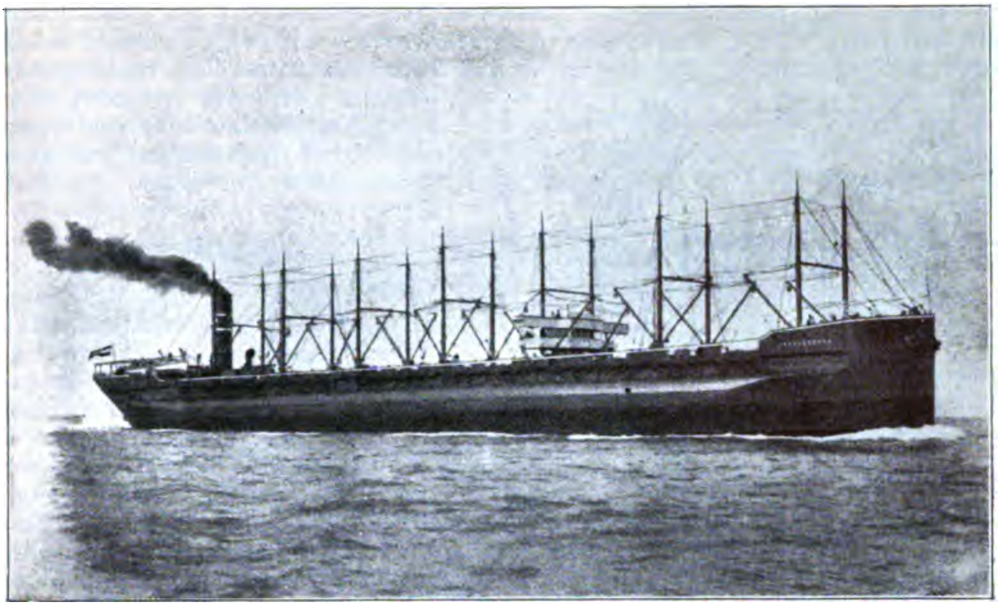


Abb. 819. Erzdampfer „Grängesberg".

Besonders bezeichnend für die Richtigkeit der Pohligschen Darlegungen, namentlich was die erstrebenswerte Zweckmässigkeit im Bau von Spezialschiffen anlangt, ist das Vorgehen der Ruhrorter und Rotterdamer Reederfirma Wm. H. Müller & Co., welche mit ihrem Dampfer „Grängesberg" (Abb. 819) [2] die Beförderung von schwedischen Eisenerzen im grossen zwischen Oxelösund und Rotterdam übernommen hat. Das Schiff besitzt eine Länge von 134 m, eine Breite von nahezu 19 m und eine Tiefe von 8,85 m; mit einer Maschine von 2400 PS. vermag es beladen etwa 10 Knoten zurückzulegen. Die 14 paarweise aufgestellten Masten dienen ausschliesslich zum Löschen der Erzladung aus dem Seeschiff in Rheinfahrzeuge.

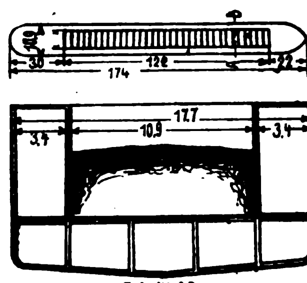


Abb. 820. Erztransportschiff in Nordamerika (Masse in m).

Im Anschluss daran sei unter Hinweis auf Abb. 820 und Abb. 762 S. 335 bemerkt, dass die neuesten in den Vereinigten Staaten für den Erztransport gebauten Fahrzeuge in ihrem mittleren Teil lediglich aus einer grossen Zahl nach oben offener Zellen bestehen, so dass das Deck gleichsam nur eine einzige grosse Luke von 120 m Länge und rund 11 m Breite bildet [3]. Während das Heraustragen von Sammelgut aus Schiffen kaum unter 40—50 ₰/t zu leisten ist, werden bei den heute ganz leicht erreichbaren maschinellen Entladungen von mehr als 100 t/st Löschungspreise von 4—5 ₰/t und darunter erzielt (Entladekosten ohne Verzinsung und Tilgung); vgl. S. 99.

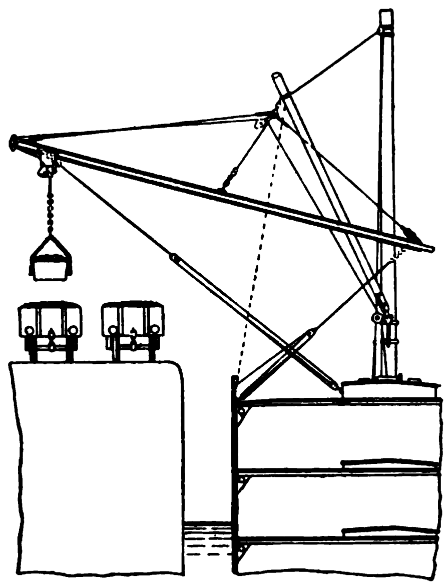


Abb. 821. Temperley-Kran.

Eine der wichtigsten hierhergehörigen Aufgaben, an deren Lösung (wie bereits in früheren Abschnitten mehrfach erwähnt war

— vgl. S. 165) gegenwärtig mit grossen Mitteln gearbeitet wird, liegt in der Bekohlung von Seeschiffen der Handels- wie auch namentlich der Kriegsflotte. Bereits im Juli 1895 wurden von dem französischen Dampfer „Richelieu“ während einer Fahrt von 6,5 Knoten in drei Stunden 100 t Kohlen mit dem Temperley-Förderer (Vertreter: Arthur Koppel, A.-G., in Berlin) aufgenommen.

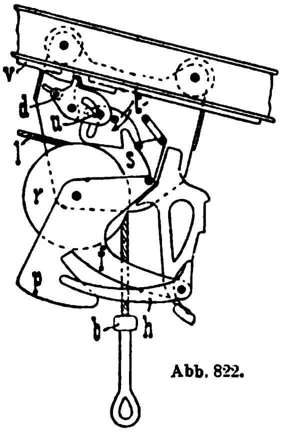


Abb. 822.

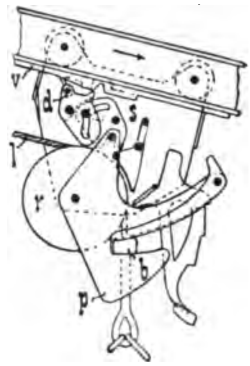


Abb. 823.

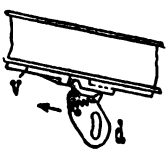


Abb. 824.

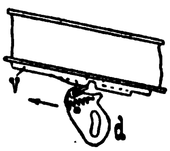


Abb. 825.

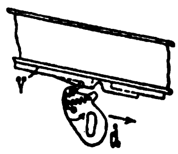


Abb. 826.

Abb. 822—826. Temperley-Katze.

Wie auf S. 158 bereits angedeutet, besteht diese einfache Vorrichtung aus einem Träger (Abb. 821), der an einem Kranmast aufgehängt ist und durch Flaschenzüge in geneigter Lage gehalten wird, einer Laufkatze und einem Seil. Der Laufwagen (Abb. 822 und 823) kann sich selbsttätig an verschiedenen Stellen seiner Bahn zur Be- bezw. Entladung feststellen. Diese Haltepunkte werden meist in 1,5 m Entfernung angeordnet, doch steht nichts im Wege, noch mehr solcher Stellen vorzusehen. Jede beliebige Trommelwinde ist zum Heben der Last und zum Bewegen der Katze geeignet. Letztere kann auf den Ausleger nicht verschoben werden, bevor nicht Wagen und Last fest miteinander gekuppelt sind; umgekehrt findet eine Entkupplung erst statt, nachdem der Wagen festgestellt worden ist, und nun ist während des Hebens oder Senkens der Last keine Bewegung auf den Trägern möglich [4].

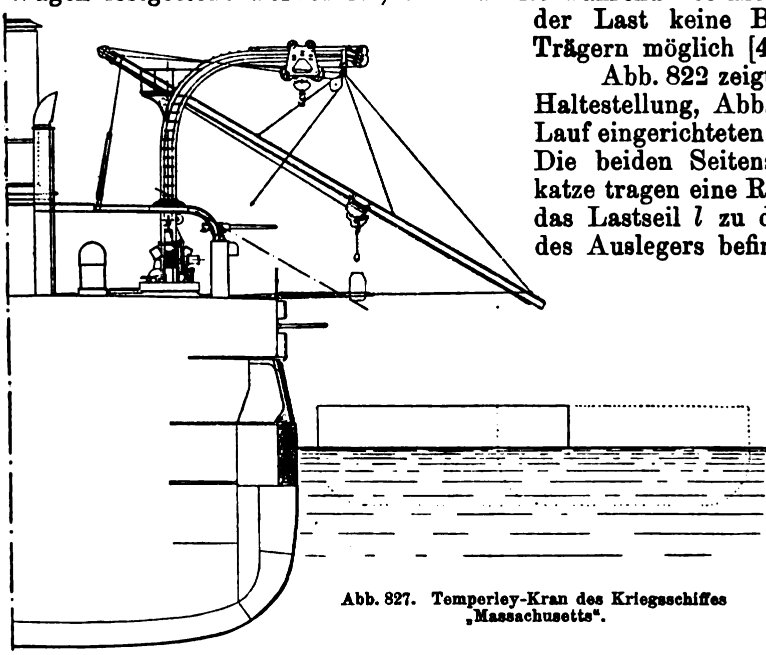


Abb. 827. Temperley-Kran des Kriegsschiffes „Massachusetts“.

Abb. 822 zeigt den Wagen in der Haltestellung, Abb. 823 in der für den Lauf eingerichteten Zusammensetzung. Die beiden Seitenschilder der Laufkatze tragen eine Rolle *r*, über welche das Lastseil *l* zu der am Vorderende des Auslegers befindlichen Rolle und über weitere Rollen zu einer Winde geführt wird. Unmittelbar über dem Haken ist am Lastseile ein Ball *b* befestigt, der beim Aufziehen zunächst einen Sperrhebel *h* auslöst, welcher in der Platte *p* drehbar gelagert ist, und dann die letztere vermittelst des Fingers *f* um den Rollenbolzen dreht, wobei er sich in den Ausschnitt der Platte legt. Infolge der Drehung von *p* tritt der daran befestigte Stift *s* in die Ausklinkung der Platte *u*, diese um ihren Festpunkt drehend. Mit Hilfe eines Stiftes *t* wird dadurch die Doppelplatte *d* so verschoben, dass ihr Zahn aus der Lücke der Anschlagleiste *v* heraustritt; es gehen also die einzelnen Teile aus der Lage der

Abb. 822 in diejenige der Abb. 823 über. Die Katze ist nun ausgelöst und wird bei weiterem Anziehen des Seiles mit der Last nach links verfahren. Hierbei stösst die an der Zahnplatte *d* befestigte Federklinke gegen den nächsten Anschlag (Abb 824) und geht in die Lage der Abb. 825 über, ohne Einfluss auf die Zahnplatte auszuüben. Hat die Last die Ladestelle erreicht, was der Wärter an der Zahl der Anschläge der Federklinke berechnet, so lässt er das Seil ein wenig nach, die Katze läuft etwas abwärts, die Klinke stösst gegen den Anschlag (Abb. 826),

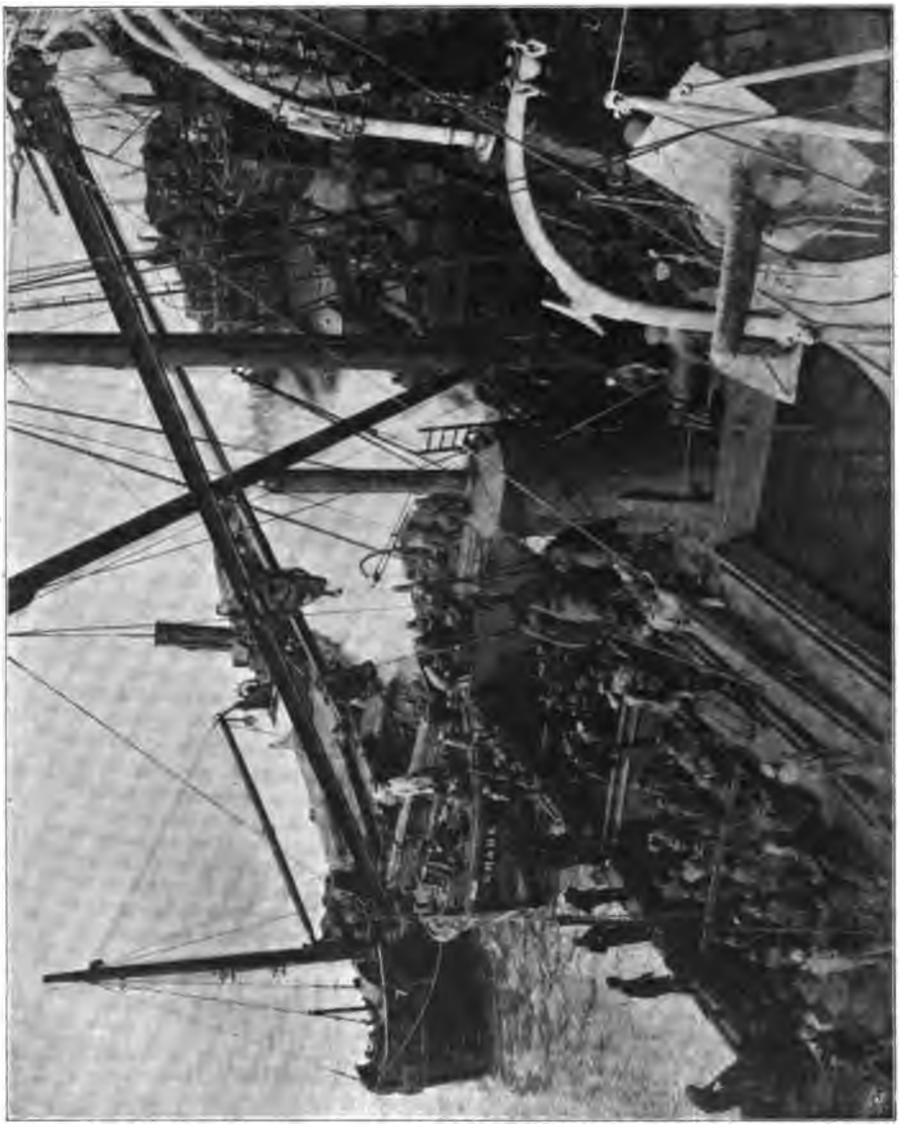


Abb. 828. Kriegsschiffbekohlung mit Temperley-Kranen.

die Zahnplatte *d* erfährt eine Drehung, so dass der Zahn in die Zahnlücke tritt, die einzelnen Platten werden zurückgedreht, und die Last kann gesenkt werden.

Etwa 40—60 t/st können auf die Weise bewältigt werden,[1]) und man kann sogar ohne Schaden bei bewegtem Wasser, beim Rollen der Schiffe laden und entladen. Bei grosser Einfachheit ist die Anordnung recht kräftig. Ein 18 m langer Ausleger, auf dem 3—3,5 t wiegende Stücke befördert werden

[1]) Vgl. auch Engineer 1898, S. 252.

können, wiegt mit allem Zubehör noch nicht ganz 2,7 t. Die schräg hängenden Bäume können gedreht werden, um leichter überallhin gelangen zu können. Die grösste Ausladung wird durch röhrenförmige Träger erzielt, an welche eine Schiene für die Laufkatze angehängt wird; es sind Bäume von über 25 m Länge ausgeführt. Allein die englische Flotte benutzt über 500 solcher Krane.

Abb. 827 zeigt einen an dem Kran des Kriegsschiffes „Massachusetts" aufgehängten Förderer; er wird durch eine der Schiffswinden bedient und trägt bei 2,7 t Eigengewicht die gleiche Last. Die Ausladung über die Schiffswand hinaus beträgt 9 m, so dass aus einem 7,5 m entfernten Leichter noch Kohlen entnommen werden können.

Die vorhin erwähnten grösseren Leistungen sind bei Stillstand der Fahrzeuge erfolgt. Dabei kann der Tragbaum in einem Kran des zu bekohlenden Kriegs- oder Handelsdampfers hängen (Abb. 828), oder mit diesen Vorrichtungen



Abb. 829 u. 830. Kriegsschiffbekohlung mit Temperley-Schiffen.

ausgestattete Kohlenschiffe übernehmen sowohl das Heranbringen als das Ueberladen der Kohlen (Abb. 829 und 830). Aus Abb. 829 gehen die Bedürfnisse für die Grenzen der Auslegerlängen, aus Abb. 830 die Masse für die Turmhöhen hervor.

Im übrigen vgl. auch „Die Bekohlung der Kriegsschiffe" (T. Schwarz) bezw. „Der Leue-Apparat zum Bekohlen von Kriegsschiffen in Fahrt" (s. S. 165) (G. Leue) im Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft (Bd. 7) 1906, S. 446 bezw. 476.

In neuerer Zeit ist man nun (wie auf dem Lande, s. oben) dazu übergegangen, ausser den Fördermitteln auch die Lagermittel für diesen Zweck mehr und mehr zu vervollkommnen, d. h. man hat **schwimmende Speicher** gebaut [5]. Die im folgenden (nach Kaemmerer [5]) beschriebene Anlage ist gebaut worden, um Schiffen der englischen Kriegsmarine eine schnelle Kohlenübernahme zu ermöglichen. Die unmittelbare Veranlassung hierzu gaben die besonderen Verhältnisse im Hafen und auf der Reede von Portsmouth. Der schwimmende Speicher besteht aus dem in Form eines grossen Prahmes gebauten Schiffskörper, der auf der Werft von Swan & Hunter in Wallsend-on-Tyne hergestellt wurde, und vier an Deck auf einem Gleis verschiebbaren Türmen aus leichter Eisenkonstruktion, die mit Temperley-Verladevorrichtungen versehen sind. Alle Vorrichtungen werden durch Elektrizität angetrieben, die in einer am hinteren Ende des Prahmes unter Deck gelegenen Kraftstelle erzeugt wird.

Abb. 831 gibt eine äussere Ansicht der Anlage, von deren bedeutendem Umfang man sich einen Begriff machen kann, wenn man den davorliegenden Dampfer beachtet, der trotz seiner recht ansehnlichen Grösse von 7000 t gegenüber dem Speicher winzig aussieht. Der schwimmende Speicher hat keinen eignen Antrieb, da die Form des Schiffskörpers, bei der nur auf möglichst grosse Ladefähigkeit Rücksicht genommen ist, für eignes Manövrieren zu unbeholfen ist; zum Verholen wird daher stets die Hilfe von Schleppern in Anspruch genommen.

Die Einrichtung des Speichers ist aus Abb. 832—834 ersichtlich. Der Innenraum ist durch sechs Querschotte in sieben Abteilungen zerlegt, von denen die fünf mittleren die Kohlen enthalten, während sich an den beiden Enden die Räume für Mannschaft und Gerätschaften sowie Kessel- und Maschinenraum der elektrischen Anlage befinden. Der Schiffsboden ist vollständig flach, die Seitenwände von vorn bis hinten senkrecht, Vorder- und Hinterteil prismatisch

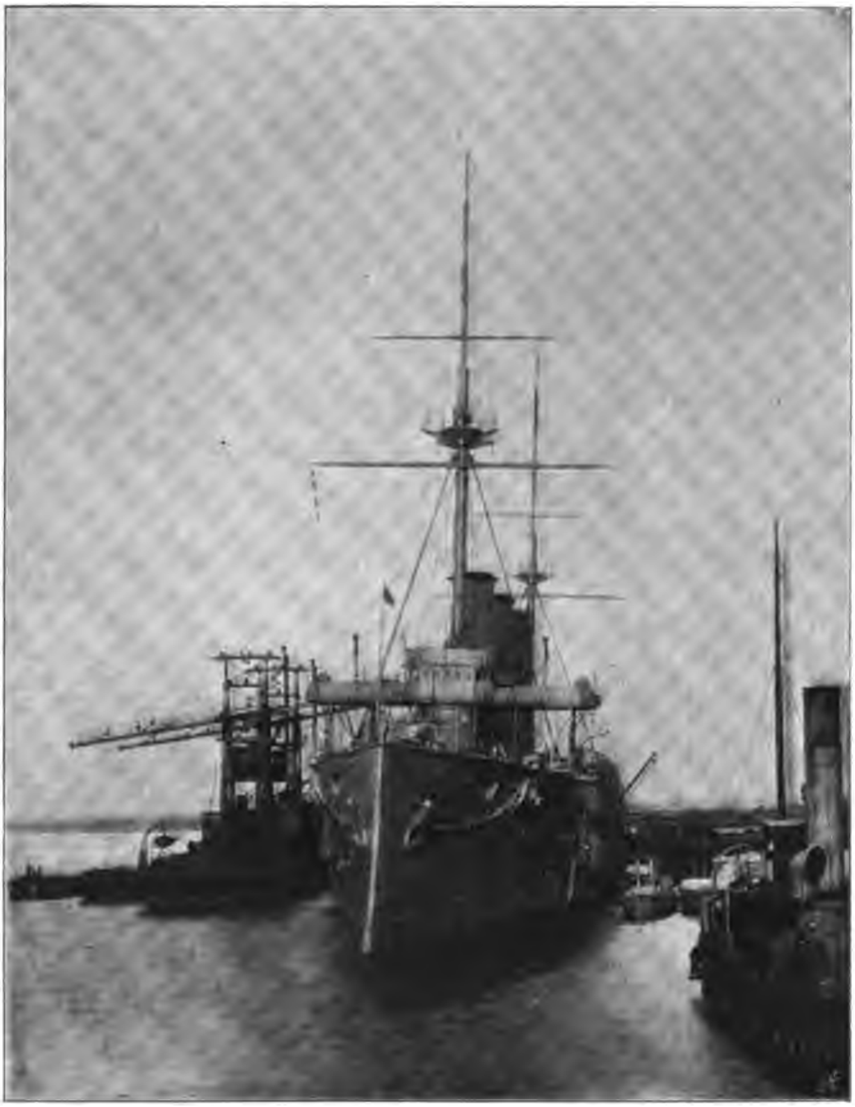


Abb. 830.

gestaltet. Ein Doppelboden erstreckt sich über die ganze Länge des Schiffes; darüber läuft in etwas über Mannshöhe ein Raum von Schott 1 bis 5 durch, in welchen die Fülltrichter hineinragen, aus denen die Kohle in Säcke gefüllt wird. Die Säcke können hier in beträchtlicher Anzahl, bis rund 1000 t Füllung, bereitgehalten werden, um sofort an Bord der zu bekohlenden Schiffe befördert zu werden.

Die Kohlenräume sind, wie aus Abb. 834 ersichtlich, in der Längsrichtung des Schiffes durch 2,74 m breite Mittelschächte getrennt, die bis zum Deck durchlaufen und hier durch Lukendeckel geschlossen werden; die Schächte der

verschiedenen Abteilungen stehen nicht untereinander in Verbindung, weil man nicht die wasserdichten Schotte durchbrechen durfte. Jede Abteilung hat zwei lange Deckluken, durch welche die Kohlensäcke bequem nach oben geschafft

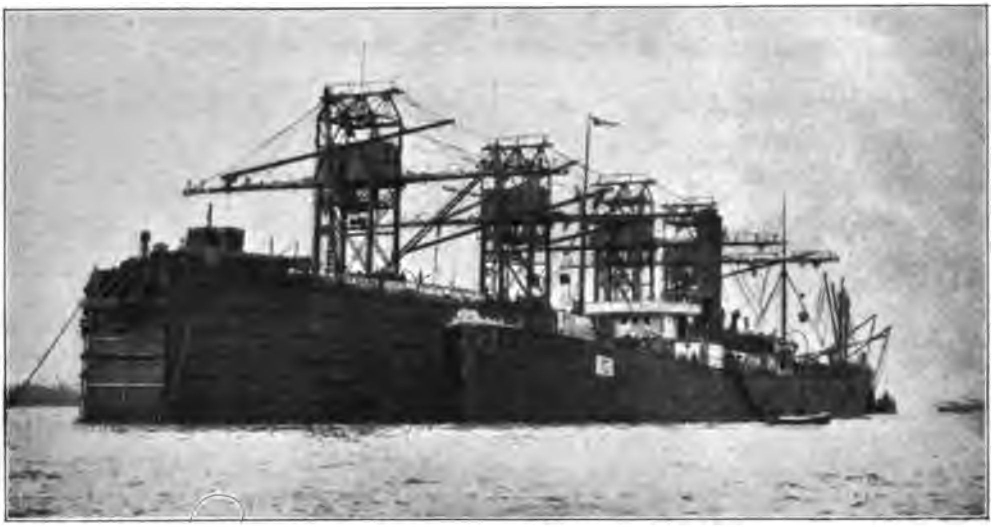


Abb. 831. Ansicht eines schwimmenden Kohlenspeichers für 12000 t.

werden können. Aus den Pforten in der Höhe des Fussbodens werden die Säcke auf Handwagen in den Mittelgang geschafft und von hier zu je ungefähr zehn Stück zusammen an Deck und weiter in die zu bekohlenden Schiffe befördert.

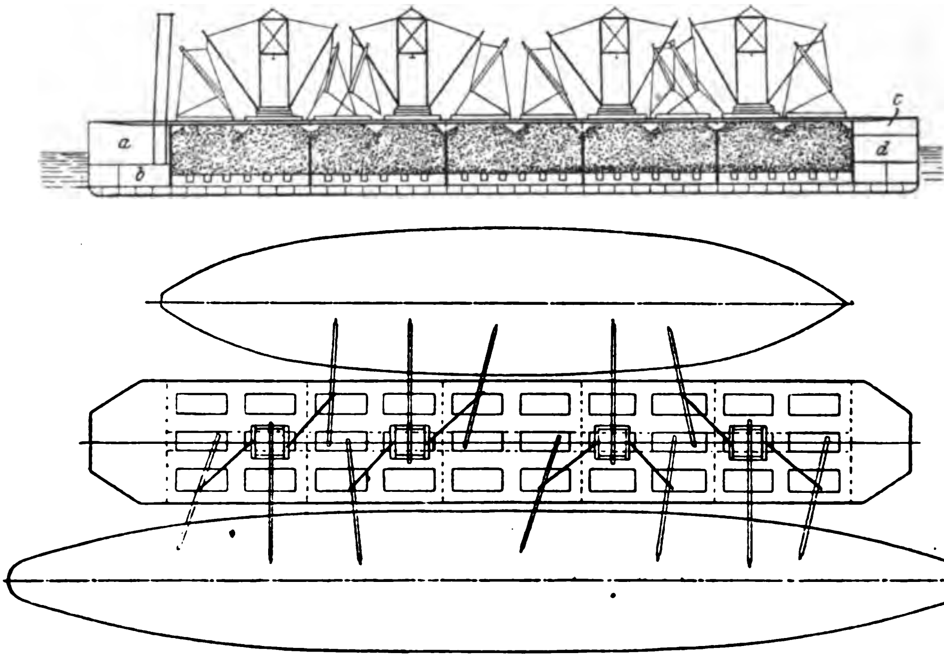


Abb. 832—834. Einrichtung und Ausrüstung des Speichers.
a Maschinenraum. *b* Kesselraum. *c* Mannschaft. *d* Materialien.

Besonders bei Walliser Kohle, die hauptsächlich in der englischen Kriegsmarine verwendet wird, die aber viel grosse Stücke enthält, war es bisher schwierig, die Trichter der Kohlenschütten von Verstopfungen frei zu halten, zumal wenn das Gewicht der darüberliegenden Kohlenmenge darauf drückte. Um

diesem Missstand abzuhelfen, hat die Temperley Co. in einiger Entfernung über den Trichtern schräge Platten angeordnet, die den Druck der Kohle aufnehmen und zugleich den zur Beseitigung etwaiger Verstopfungen angestellten Arbeitern Schutz gewähren. Die mit dem Trimmen von Kohlen in grossen Räumen beschäftigten Leute waren bisher immer der Gefahr ausgesetzt, von den herabstürzenden Massen verschüttet zu werden.

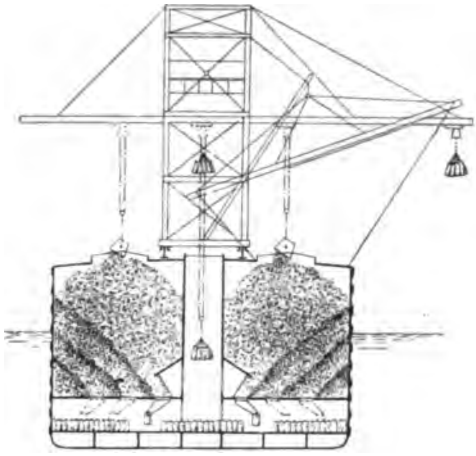


Abb. 834.

Die Fülltrichter sind am unteren Ende durch von Hand bewegbare Schieber verschliessbar, so dass jeweils nur ein Sack gefüllt wird, der dabei mittels einer besonderen Vorrichtung um den Hals des Trichters festgespannt wird. Da in jeder Abteilung auf jeder Seite des Mittelschachtes 24 Trichter vorhanden sind, so kann gleichzeitig eine grosse Anzahl Säcke gefüllt werden. Der sich in den Füllräumen entwickelnde Kohlenstaub wird mittels elektrisch betriebener Gebläse durch zahlreiche Leitungen abgesaugt und in besondere Behälter geleitet.

Ausser den mittleren Luken, aus denen die Kohle entnommen wird, sind auf beiden Seiten des Decks mitten über den Lagerräumen je zehn Oeffnungen angeordnet, durch die der Kohlenvorrat in sehr kurzer Zeit aufgefüllt werden kann.

Das aus Blechplatten zusammengenietete Untergestell der Türme enthält die Antriebmotoren zum Verschieben auf dem in der Mitte des Decks verlegten Gleise. Jeder Turm ruht auf 12 Rädern, die zu je dreien angeordnet sind. Auf dem Untergestell erhebt sich eine leichte Konstruktion aus Profileisen, welche oben das Führerhäuschen und zwei seitliche, je 6 m über die Bordwand hinausragende Ausleger trägt. Ausserdem ist in Spurlagern auf jeder Seite des Untergestelles in der Kielrichtung des Schiffes ein als Gitterträger ausgebildeter Ladebaum gelagert, der oben von zwei Flaschenzügen gehalten wird und in verschiedenen Höhen eingestellt werden kann. Jeder dieser Ladebäume trägt einen der bekannten Temperley-Träger (s. oben).

Die Leistung der Anlage beim Verladen von Kohle beträgt im ungünstigsten Falle 500 t/st, also etwas mehr, als zwei grosse Kriegsschiffe in derselben Zeit übernehmen können. Bei beschleunigtem Betriebe, d. h. wenn sämtliche Kohlentrichter bedient werden, können rund 700 t/st abgegeben werden.

Der Speicher hat sich so gut bewährt, dass jetzt ein ähnlich eingerichtetes Fahrzeug für 20000 t Kohlen gebaut wird [6].

Literatur: [1] Pohlig, Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1904, S. 524 ff., und Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 126 und 792. — [2] Buhle, T. H., III, S. 164 (W. d. T. 1904, S. 301 ff.); vgl. a. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 695; ferner T. H., I, S. 56 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 72 ff.). — [3] Engineering News 1904, I, S. 433. — [4] Berndt, Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Bd., 3. Abschn. — [5] Kaemmerer, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 126 ff.; s. ferner ebend., S. 792 ff. — [6] Ebend. 1907, S. 1922 (schwimmender Speicher von 20000 t [!]).

VI. Abwässerreinigung und Müllbeseitigung.

Die Frage der Abwässerreinigung gehört in technischer und wirtschaftlicher Beziehung ebenso wie die Müllfrage zu den schwierigsten und bedeutsamsten Problemen, mit welchen die Stadtverwaltungen sich gegenwärtig viel beschäftigen. Sie gilt noch keineswegs als abgeschlossen, und Ingenieure und Aerzte sind unausgesetzt bemüht, sie der Lösung entgegenzuführen; vgl. auch S. 18 (Gleislose Bahnen).

Nicht weniger als 25 Städte hatten auf der Dresdener Ausstellung im Jahre 1903 ihre Anlagen durch Modelle und Zeichnungen vorgeführt.

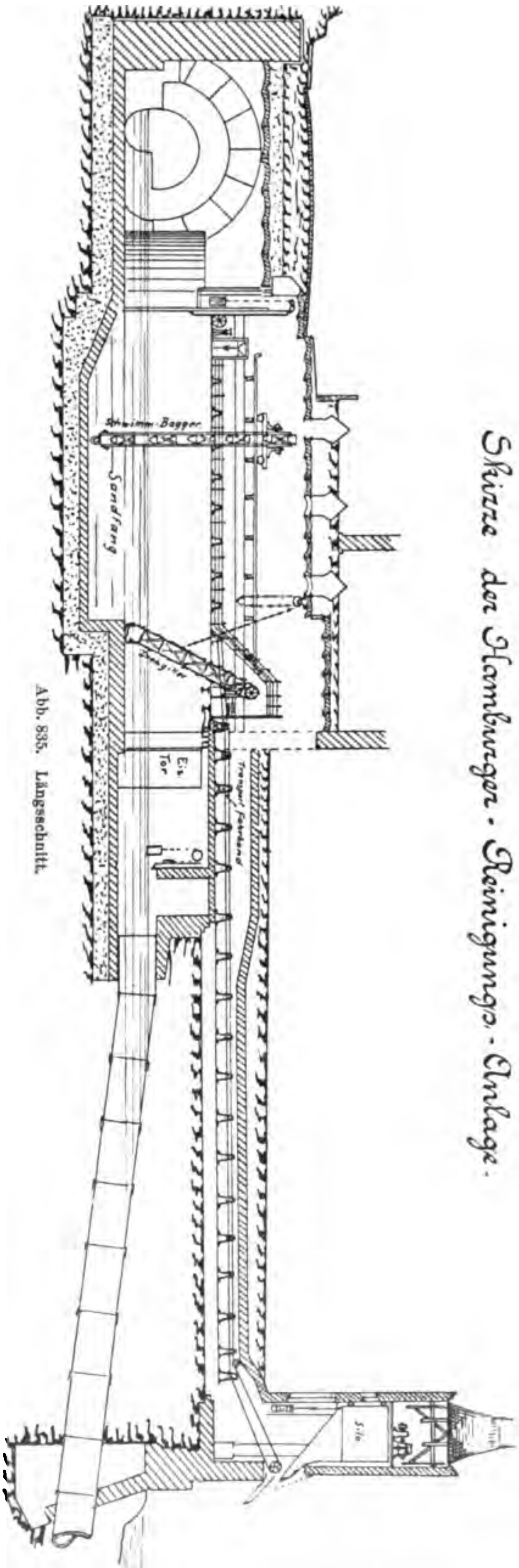


Abb. 835. Längsschnitt.

Obgleich im Grunde bei allen der Massentransport eine wichtige Rolle spielt, seien hier nur je drei Beispiele herausgegriffen, indem im übrigen verwiesen sei auf [1].

I. Abwässerreinigung.

Die Zusammensetzung der von den Kanälen aufzunehmenden Abwässer ist örtlich verschieden. Neben aufgelösten und schwimmenden Stoffen führen sie überall auch schwere Stoffe mit sich, meist mineralischer Natur, die keiner Veränderung, insbesondere nicht der Zersetzung unterworfen sind.

Die Ausscheidung dieser schweren Stoffe aus dem Kanalwasser findet überall statt durch sogenannte Sandfänge; mit den eigentlichen Reinigungsvorgängen hat sie nichts zu tun; sie geht aber diesen oft voran, ist also gleichsam eine Vorreinigung mechanischer Natur. In der Regel sind die Sandfänge Vertiefungen von kasten-, brunnen- oder trichterförmiger Gestalt, über welche die Abwässer in verlangsamter Bewegung hinweggeführt werden. In den Vertiefungen bleiben der Sand und sonstige niedergesunkene Stoffe liegen, werden dann — in Kleinbetrieben von Hand, in Grossbetrieben durch Baggerwerke — herausgehoben und nach geeigneten Lagerplätzen befördert.

Auf der Ausstellung zeigte, wie gesagt, den Besuchern ein Modell (Abb. 835—837) die von Bauinspektor Merckel entworfene Hamburger Gesamtanlage, deren maschineller Teil von der bekannten Firma Wilhelm Fredenhagen in Offenbach a. M. ausgeführt worden ist. Ein Bagger (Abb. 836) ist am oberen Ende fahrbar aufgehängt und wird pendelnd über der Grube, deren Sohle muldenartig ist, hin und her bewegt. Der Bagger gibt das gehobene Gut in eine Schnecke, welche es durch ein Abfallrohr auf ein Längstransportband führt. Letzteres trägt es entweder unmittelbar in ein Schiff oder zu einem Becherwerk, welches die Sinkstoffe in einen Silo hebt, aus dem sie in einen Prahm abgelassen werden können.

Die groben, schwimmenden Stoffe, wie Holz, Papier u. dgl., werden durch ein bewegliches Gitter- oder Rechenband *a* (Abb. 837) zurückgehalten, gehoben und durch einen Abstreicher auf das Quertransportband *b* bewegt, das es nun dem Längsförderer zuträgt.

Als höchst bemerkenswert sei noch besonders hingewiesen und kurz eingegangen auf den Transport und die Versenkung der schweren Rohre, die den Bauingenieuren Aufgaben boten, welche bis dahin nicht gelöst waren.

Wie aus dem Bericht einer angesehenen Hamburger Tageszeitung hervorgeht, hat die Versenkung des ersten (70 m) langen Rohres am 22. August 1903 in Gegenwart des Oberingenieurs Ed. Vermehren unter spezieller Leitung des Vorstandes der Sielbauabteilung, Herrn Bauinspektors Merckel, und des Herrn Baumeisters G. Leo stattgefunden.

Der Zweck der zu versenkenden Ausmündungsrohre war die bessere Verteilung der Abwässer über den Elbstrom. Als der Plan zur Erbauung der neuen Stammsiele zur Erörterung stand, war nämlich seitens des Medizinalwesens als dringend wünschenswert bezeichnet worden, eine Einrichtung zu

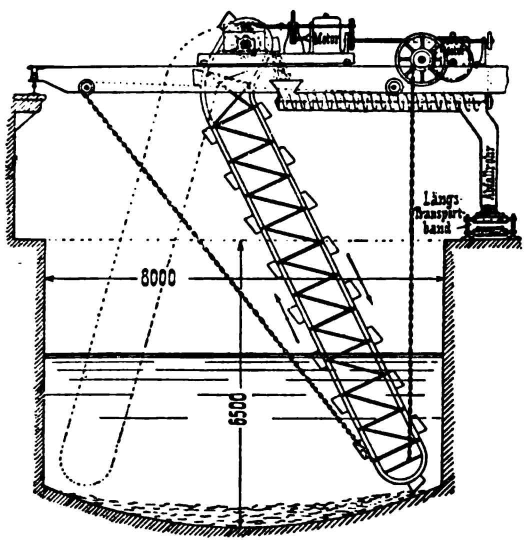


Abb. 836. Sandfang mit Bagger in Hamburg.

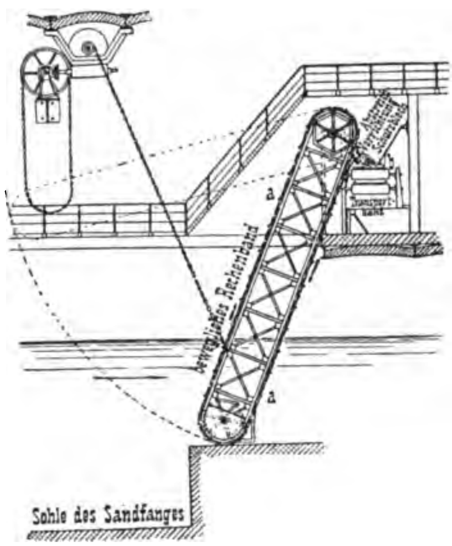


Abb. 837. Drehbarer Rechen in Hamburg.

treffen, durch welche die Sielwässer bei ihrem Austritt in die Elbe mehr als bisher über die ganze Strombreite verteilt würden, damit die Verunreinigung weniger als bisher mit der Flut in die Fleete der Stadt und die sackartigen Häfen am Nordufer getrieben werden möchte.

Den in der Elbe herrschenden Stromverhältnissen gemäss wurden drei Rohre versenkt, die eine Länge von 70, 100 und 133 m besitzen. Die Rohre haben die gleichen Durchmesser wie die bereits im Jahre 1902 im Oberhafen und Brooktorhafen versenkten Düker, d. h. 2 m.

Da die Rohre unterhalb der Elbsohle liegen mussten (ihre Oberkante sollte sich mit Rücksicht auf etwaige schleppende Anker 2 m unter derselben befinden) und da für die Elbsohle bereits die bedeutende Tiefe von 5 m vorgesehen war, so galt es, eine sehr tiefe Baggerrinne herzustellen, deren Sohle auf 9,5 m, d. h. also etwa 15 m unter mittlerem Hochwasser liegt. — Es gibt nur wenige Bagger, mit denen so tiefe Baggerungen ausgeführt werden können. — Ausser durch die grosse Tiefe wurde die Baggerung auch durch den festen Boden, der vorwiegend aus Ton besteht, erschwert. Die Baggerung wurde auf Kosten des Sielwesens von der II. Sektion des Bauwesens ausgeführt, die zeitweise einen Bagger der Bremer Baugesellschaft herangezogen hat. Nach Beendigung der Baggerung wurde mit dem Schlagen der Gerüste und Schutzpfähle begonnen. Bei der grossen Tiefe der Baggerrinne haben diese Pfähle sehr bedeutende

Abmessungen erhalten. Es sind fast ausnahmslos Pfähle von 22 m Länge verwendet worden. Die Lieferung der Rohre im Gesamtgewicht von 266 t war in öffentlicher Submission der deutschen Elbschiffahrtsgesellschaft „Kette“ Schiffswerft Uebigau bei Dresden übertragen. Die Rohre wurden auf dem Werk der genannten Gesellschaft in Uebigau vollständig zusammengebaut, mit Abschlusswänden versehen und schwimmend von Dresden nach Hamburg die Elbe hinunterbefördert.

Die Versenkungsarbeiten erfolgten in Regie durch das Ingenieurwesen der Baudeputation (Abteilung für das Sielwesen) nach folgendem, vom Sielbaubureau ausgearbeiteten Projekt:

Die Rohre wurden schwimmend an die Baustelle gefahren und hier zwischen die Gerüste eingebracht. Bei den beiden längeren Rohren musste hierfür während kurzer Zeit der gesamte Durchfahrtsverkehr auf der Elbe an dieser Stelle gesperrt werden. Die Rohre wurden nach ihrer Einfahrt zwischen die Gerüste an den Hebegestängen, die mit ihren Bewegungsvorrichtungen auf den Gerüsten aufgestellt waren, befestigt. Um die Rohre versenken zu können, war es erforderlich, ihren Auftrieb zu beseitigen, was dadurch geschah, dass man in das Rohr Wasser eintreten liess. Innerhalb jedes Rohres hatte man eine Anzahl Schwimmkammern angeordnet, in die das Wasser nicht gelangen konnte. Würde man die ganzen Rohre haben voll Wasser laufen lassen, so würde das Gewicht, das von den Hebezeugen aufzunehmen gewesen wäre, für das 70 m lange Rohr rund 70 t, für das 100 m Rohr etwa 100 t und für das 133 m lange Rohr gegen 130 t betragen haben. Für die Aufnahme dieser Lasten hätten sehr schwere Gerüste erbaut werden müssen; durch die Anordnung der Schwimmkammern hatte man es hingegen in der Hand, dieses Gewicht beliebig zu verringern bezw. ganz aufzuheben, so dass die Rohre gleichsam gewichtlos geworden wären. Da jedoch solche Rohre bei einer Versenkung, die senkrecht zur Flussrichtung erfolgen musste, dem Strom vielmehr ausgesetzt gewesen und vermutlich gegen die Gerüste angetrieben worden wären und sich hier festgesetzt hätten, so beliess man den Rohren ein gewisses Gewicht. Man hat dieses Gewicht so gewählt, dass es von den der Baudeputation gehörigen Hebezeugen bequem getragen werden konnte und dass es keine allzu schweren Gerüste erforderte. Die Schwimmkammern waren jedoch noch aus einem andern Grunde notwendig. Um den Verkehr an der Baustelle möglichst wenig zu behindern, war seitens der Deputation für Handel und Schiffahrt die Forderung aufgestellt worden, dass die Gerüste nur bis 80 m vom Ufer in den Strom hineinreichen durften. Da das grösste Rohr, wie erwähnt, 133 m lang war, so reichte es von dem stromseitigen Gerüst noch etwa 56 m (von dem Aufhängungspunkt gemessen) in den Strom hinein. Diese Länge ist so bedeutend, dass das Rohr ungeachtet des grossen Durchmessers an der Aufhängestelle abgerissen sein würde, wenn das freie Ende nicht in irgend einer Weise gestützt worden wäre. Zu dem Zweck wurde an dem Ende des 133 m langen Rohres durch Einbau einer Schwimmkammer künstlich ein solcher Auftrieb während der Rohrversenkung erzeugt, dass eine genügende Stützung des Rohrendes erfolgte und nirgends eine Ueberbeanspruchung des Rohrmaterials eintreten konnte. Das 133 m-Rohr hatte mit Rücksicht auf die Gestalt der Elbsohle einen Knick in seiner Längsrichtung erhalten und schwamm daher auf dem Transport nach Hamburg auf der Seite. Um es in die für die Versenkung erforderliche aufrechte Lage zu bringen, waren besondere Kammern in sinnreicher Weise im Innern des Rohres abgeteilt, die vor der Versenkung mit Wasser angefüllt wurden und dadurch selbsttätig die Aufrichtung des Rohres bewirkten. Dieses Aufrichten des Rohres geschah vor dem Einfahren in die Gerüste, so dass es bei dem Transport von der Liegestelle zur Baustelle schon seine richtige Lage besass. Das Aufrichten konnte deshalb erst in Hamburg vorgenommen werden, weil das Rohr in dieser Lage eine Tauchtiefe von 4 m aufwies, die auf der Oberelbe bekanntlich weitaus nicht zur Verfügung steht.

Während der Versenkung wurden die Rohre an der Ufermauer durch besondere Führungsgerüste so geführt, dass sie bei Erreichung der vorgesehenen

Tiefenlage zum Zusammenschluss mit den am Land bereits verlegten Ausmündungsrohren der neuen Stammsielmündung (Abb. 835—837) gelangten. Die Rohre wurden sodann bis zur Höhe der Elbsohle mit Sand eingeschüttet, vermittelst kräftiger Pumpen leer- gepumpt und nach Beseitigung der im Innern vorhandenen Abschluss-deckel für die Schwimmkammern sowie von dem äusseren Abschluss-

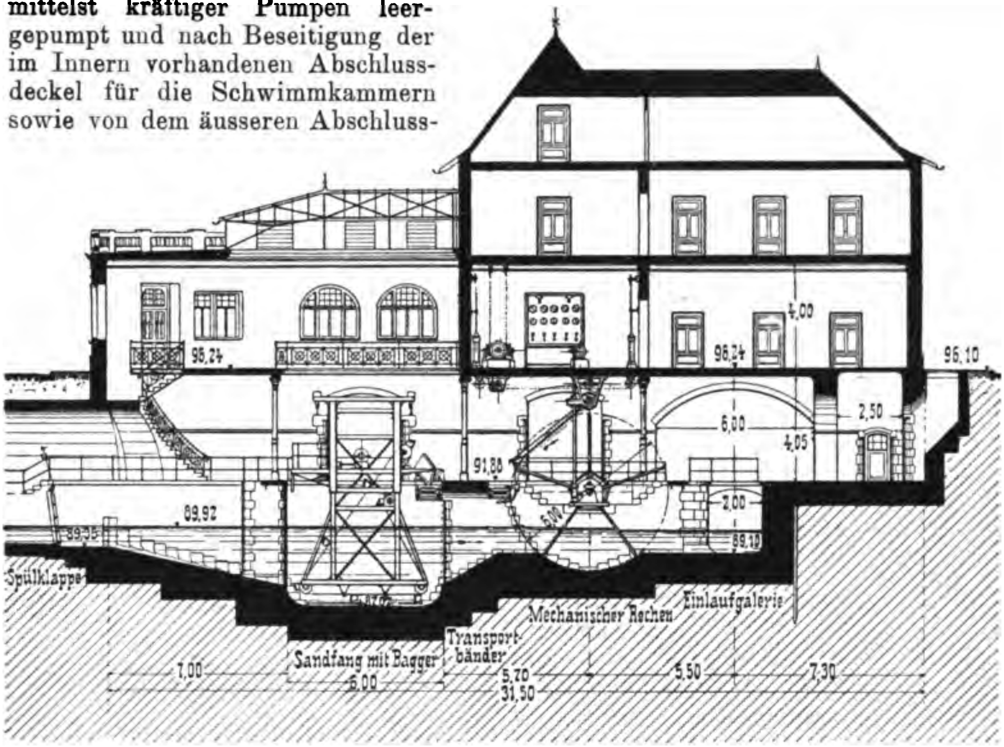
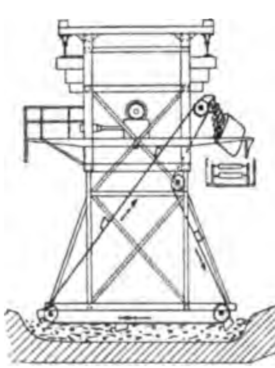


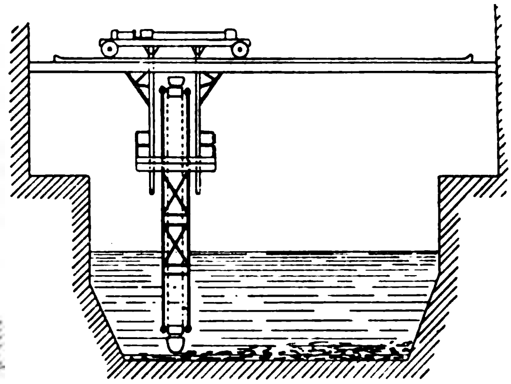
Abb. 838. Längsschnitt durch Bagger- und Rechenraum.
Abb. 838—842. Abwässerreinigungsanlage in Frankfurt a. M.

deckel befreit. Letztere Arbeit musste durch einen Taucher erfolgen. Sobald die äusseren Deckel entfernt waren, war der Weg für die Einleitung der Sielwasser in den Elbstrom freigelegt.

Durch die Fertigstellung und Inbetriebnahme dieser Anlage ist abermals eine wesentliche Verbesserung des Elbstromes in hygienischer Beziehung erreicht



Querschnitt.



Längsschnitt.

Abb. 839 u. 840. Frankfurter Klärbagger.

worden, und es darf die Anlage ein treffliches Beispiel genannt werden für die Errungenschaften der modernen Massentransporttechnik, die sich in wenigen Jahren einen achtunggebietenden Platz unter den aufstrebenden Zweigwissenschaften des allgemeinen Transportwesens zu verschaffen gewusst hat. Vgl.

auch [2]. Eine nicht minder bedeutende Sandfanganlage besitzt Frankfurt a. M. (Abb. 838—842).

Der Sandfang (Abb. 839 und 840) hat eine ebene Sohle, und der Bagger kann, da er sie in ganzer Breite bestreicht und wie ein Laufkran nach der Längsrichtung beweglich ist, über alle Teile derselben geführt werden. An den Sandfang schliesst sich eine Rechenanlage (Abb. 841 und 842), welche aus drei je 2 m breiten Uhlfelderschen Radrechen von 6 m Durchmesser besteht. Diese Klärrechen sind aus fünf einzelnen Gittertafeln zusammengesetzt und drehen sich langsam und gleichförmig dem Wasserstrome entgegen. Die grösseren Schwimm- und Schwebestoffe werden durch die einzelnen Gitter aufgefangen und von diesen aus dem Wasser gehoben. Eine Abstreifvorrichtung mit nachfolgender Bürste, welche durch den Rechen vorgedrückt werden, streift sie nach vorne an die Spitze der Tafel und wirft sie dort auf die darunter liegende Auffangplatte. Diese wird durch die Bewegung des Rechens umgekippt und entleert den Inhalt auf ein Transportband, das die Stoffe aus dem Raume herausbefördert.

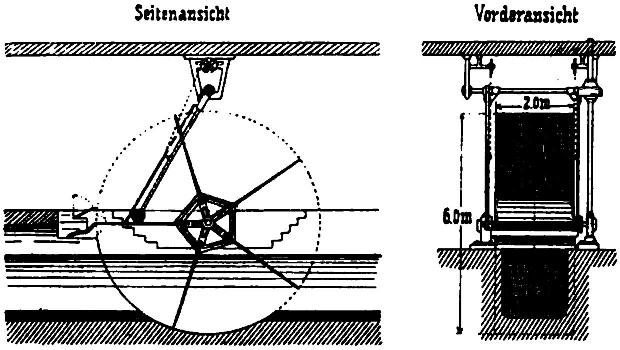


Abb. 841 u. 842. Rechen der Frankfurter Reinigungsanlage.

Der Rechen liegt derart in dem Abwasserkanal, dass stets eine der fünf Tafeln den Querschnitt vollständig abschliesst. Der Zuführungskanal ist etwas schmäler als die Rechenbreite, damit die Stoffe sich nicht an den Rändern des Rechens anlegen und dort herumfallen können [3].

In Dresden werden gegenwärtig von Herrn Oberbaurat Klette [4] Versuche angestellt, die so wichtig erscheinen, dass darüber folgendes mitgeteilt sei: Nach der Menge der Unreinlichkeiten bemessen, bringt die Elbe bei ihrem Eintritt in das Stadtgebiet bereits 8,33 cbm Schleusenwässer mit. Zu diesen 8,33 cbm treten nun noch 1,4 cbm wirkliche Schleusenwässer aus der Stadt hinzu, die später anwachsen werden auf 2,43 cbm, nämlich wenn das gesamte Stadtgebiet ausgebaut und von 800 000 Einwohnern bewohnt sein wird. Danach werden die in der Elbe bereits vorhandenen unreinen Stoffe ungünstigstenfalls um nur etwa ein Viertel vermehrt — und zwar, wenn die Abwässer ungereinigt bleiben —; werden sie gereinigt, so sinkt die Menge der unreinen Stoffe vielleicht auf die Hälfte herab. Das genaue Mass steht noch nicht fest, da wie gesagt die Reinigungsversuche noch im Gange sind. Sie finden derzeit statt in einer besonders errichteten Anlage und versprechen augenscheinlich gute und brauchbare Ergebnisse zu zeitigen. Die Versuchsanlage ist untergebracht in einer durch Holztreppe zugänglich gemachten 7 m tiefen, aus Beton 17 m lang und 8 m breit hergestellten, durch Bogen versteiften Grube (Abb. 843). Ueber die Gesamtanlage geben die Abb. 844—847 Aufschluss. Abb. 843 zeigt im Vordergrunde eine grosse Scheibe,


Abb. 843. Versuchsklärанlage in Dresden.

mit siebartig durchbrochenen Platten belegt. Dieselbe ist unter 15° geneigt und taucht mit dem unteren Teile — etwa zur Hälfte — in das Schleusenwasser ein. Die Schlitze in den Platten haben nur 2 mm Breite, lassen also grössere Unreinlichkeiten nicht hindurch. Wird nun die Scheibe in drehende Bewegung gesetzt, so werden die anschwimmenden und von der Scheibe zurückgehaltenen

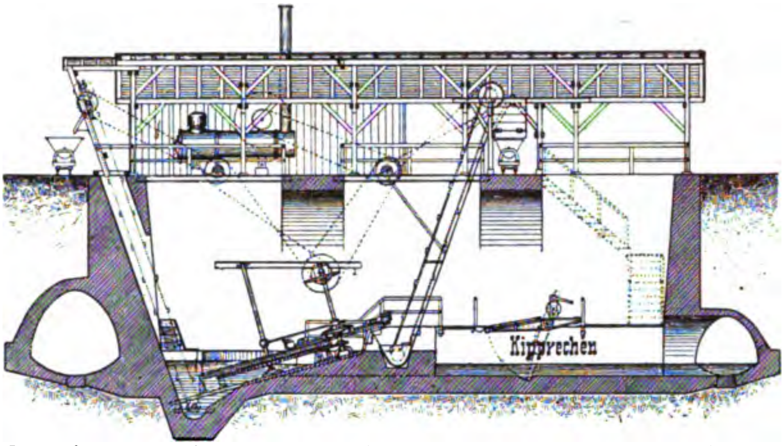


Abb. 844. Längsschnitt. Wehroberkante 105,048 — Schachtsohle 104,375 — unterer Podest der Treppe 105,068.
Abb. 844—847. Versuchsanlage zur Reinigung städtischer Kanalwasser nach Patent Riensch.

Stoffe in ununterbrochener Folge aus dem Wasser gehoben und können nun ausserhalb des Wassers von der Scheibe entfernt werden. Dies geschieht durch eine Folge von sich drehenden, im Kreise bewegten Bürsten, die alle Teile der Scheibe nach und nach vollständig bestreichen, so, dass alle auf ihr liegenden Gegenstände den gleichen Weg geführt werden. Dieser läuft über eine im Dreiviertelkreis angelegte Rinne, in deren Mitte ein Falloch angebracht ist, durch das die abgestrichenen Unreinlichkeiten in eine Vertiefung abstürzen. Aus dieser werden sie mittels Bagger in Transportgefässe gehoben und abgefahren.

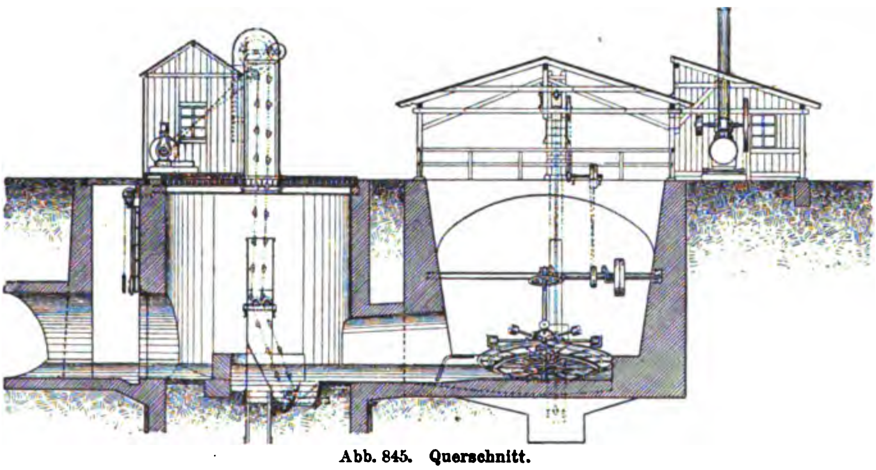


Abb. 845. Querschnitt.

Die Einrichtung ist ungemein einfach, ebenso in der Konstruktion wie im Betriebe. Sie rührt her von dem im Abwasserreinigungswesen wohlbekannten Ingenieur Riensch und ist hier erstmalig für die Reinigung städtischer Abwässer angewendet und ausgebildet worden. Die Scheibe, die Riensch „Separatorscheibe" genannt hat, kann in allen Grössen hergestellt werden. Die hier in Anwendung gebrachte hat 4,6 m Durchmesser und vermag in einer Sekunde 0,70 cbm Abwasser zu reinigen, mit dem Erfolg, dass für den Tag etwa 8 cbm Stoffe aus dem Wasser entfernt werden. Besonderes Interesse bietet der aus den Abb. 844—847 ersichtliche, der Reinigungsanlage vorgeschaltete grosse, 6 m

im Durchmesser haltende Sandfang. Anfangs trichterförmig nach unten vertieft, ist er nach und nach auf Grund andauernder, sorgfältiger Beobachtungen in die jetzige Form gebracht worden. In der Mitte des nur noch wenig tiefen Brunnens ist ein zweiter, kleinerer konzentrisch errichtet, dessen Wand an der

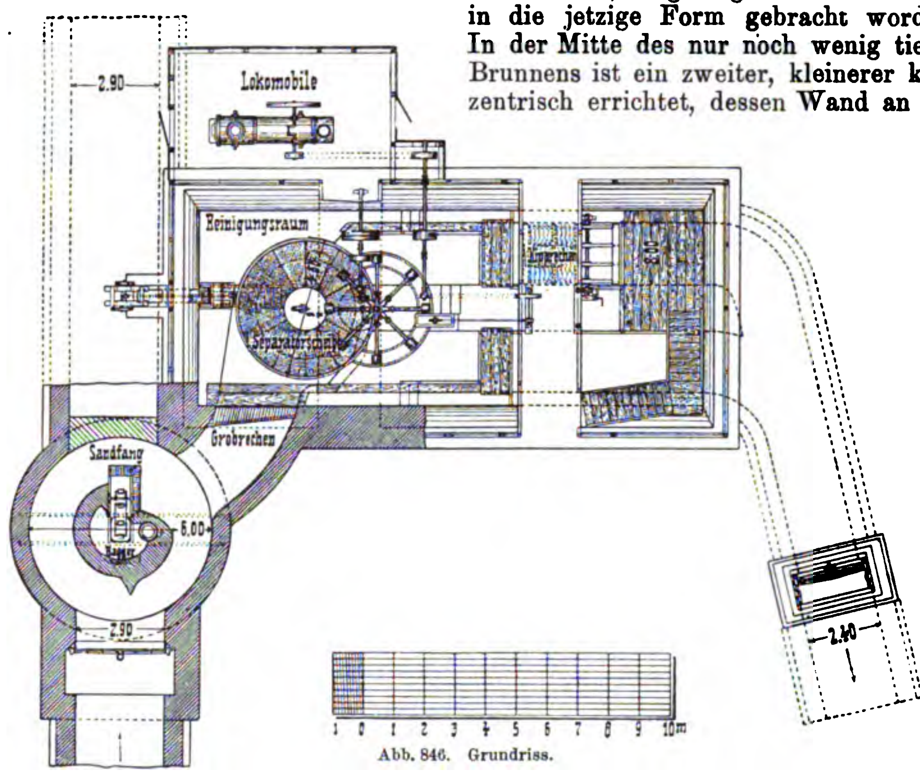


Abb. 846. Grundriss.

dem Wassereintritt abgekehrten Seite von oben bis unten geöffnet ist. Durch diesen Einbau werden die in den grossen Brunnen eintretenden Wässer geteilt, sie gehen rechts und links um den kleinen Brunnen herum und stossen vor der vorerwähnten Wandöffnung gegeneinander. Hierbei tritt eine Störung in der Bewegung ein, die mitgeführten schweren Stoffe werden niedergeschlagen, fallen zu Boden und werden, da dieser nach der

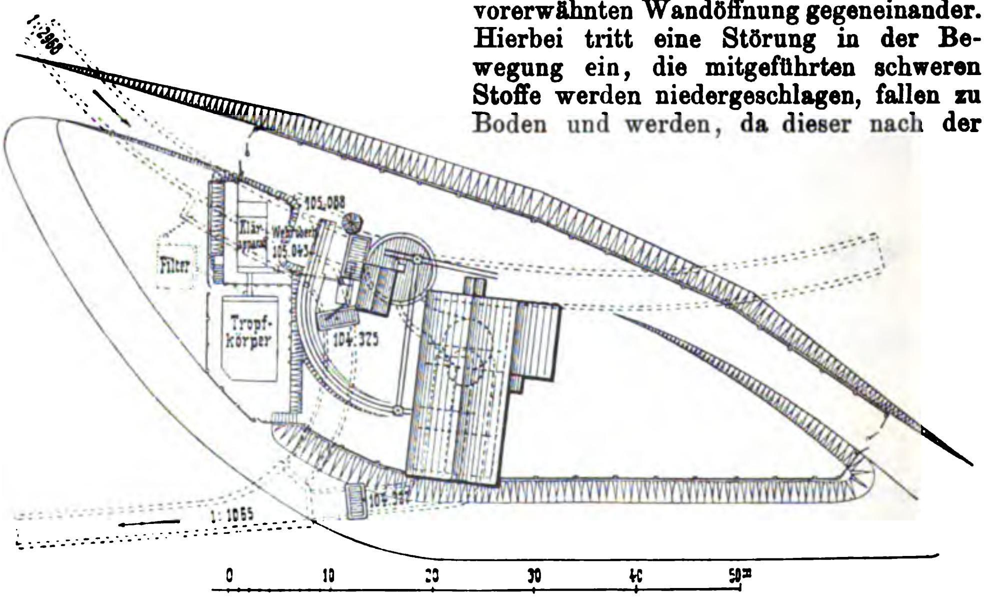


Abb. 847. Lageplan.

Brunnenmitte zu stark geneigt ist, dieser zugeführt, um hier von einem Bagger gefasst, gehoben und in Transportgefässe ausgeschüttet zu werden. Zweimal ein-

stündiges Laufenlassen des Baggers reicht aus, um die während 24 Stunden abgelagerten schweren Sinkstoffe aus dem Sandfange zu entfernen. Auf Grund der Versuche wird eine zentrale Reinigungsanlage geplant und soll gleichzeitig mit einer grossen Pumpstation zur Ausführung gebracht werden.

Auch die Städte Soest und Elberfeld haben in den letzten Jahren ausgezeichnet arbeitende Abwässerkläranlagen erhalten; vgl. z. B. [5].

2. Müllbeseitigung.

Bei der Müllfrage spielt neben der Beseitigung und Verwertung der staubfreie Transport die grösste Rolle. Eine hygienisch einwandfreie, technisch richtige und finanziell zufriedenstellende Beseitigung ist wohl vielfach bereits angestrebt, aber ausser von Hamburg und vielleicht von Frankfurt a. M. bisher meines Wissens nirgends völlig erreicht, handelt es sich doch um beträchtliche, sehr ungleichförmige und daher möglichst an der Entstehungsstelle von Hand zu



Abb. 848. Brinkscher Müllwagen der Stadt Frankfurt a. M.

sichtende, zunächst meist wertlose Massen. In diesem Zusammenhange seien zuerst unter Hinweis auf S. 18 ff. die Frankfurter Anlagen behandelt. Die Erfahrungen mit dem in Abb. 848 veranschaulichten, von Brink in Cassel gebauten Selbstentlader (s. d., Kipper und Gleislose Bahnen) lassen sich kurz dahin zusammenfassen [3]:

1. Der Wagen eignet sich zur Aufnahme jeglicher Art und Grösse von Abfällen, insbesondere zur Entfernung von Strassenkehricht und Morast, Hauskehricht, gewerblichen Abfällen, Schlamm, Schnee u. s. w.

2. Er kann mit 2,6—4,2 cbm nutzbarem Inhalt beladen und ein- oder zweispännig gefahren werden.

3. Er ist sowohl im Sammelgebiet als auch zur unmittelbaren Abfuhr nach Lagerplätzen in der Nähe der Städte verwendbar, auf welchen er durch Kippvorrichtung sehr einfach von einem Mann schnell entladen werden kann (vgl. a. Abb. 300).

4. Der Wageninhalt kann aber auch leicht in Schiffe umgeladen oder in Verbrennungsanstalten verbracht werden, indem der Wagenkasten vom Untergestell abgenommen, durch Krane gehoben und nach unten entleert zu werden vermag.

5. Der obere Wagenkasten lässt sich — gefüllt oder leer — von Hand wagerecht auf besonders dafür gebaute Strassenbahnuntergestelle überschieben

und damit sein Inhalt auf grössere Entfernungen, sei es zur Sortierung oder landwirtschaftlichen Verwertung, sei es zur Vernichtung durch Verbrennung, befördern.

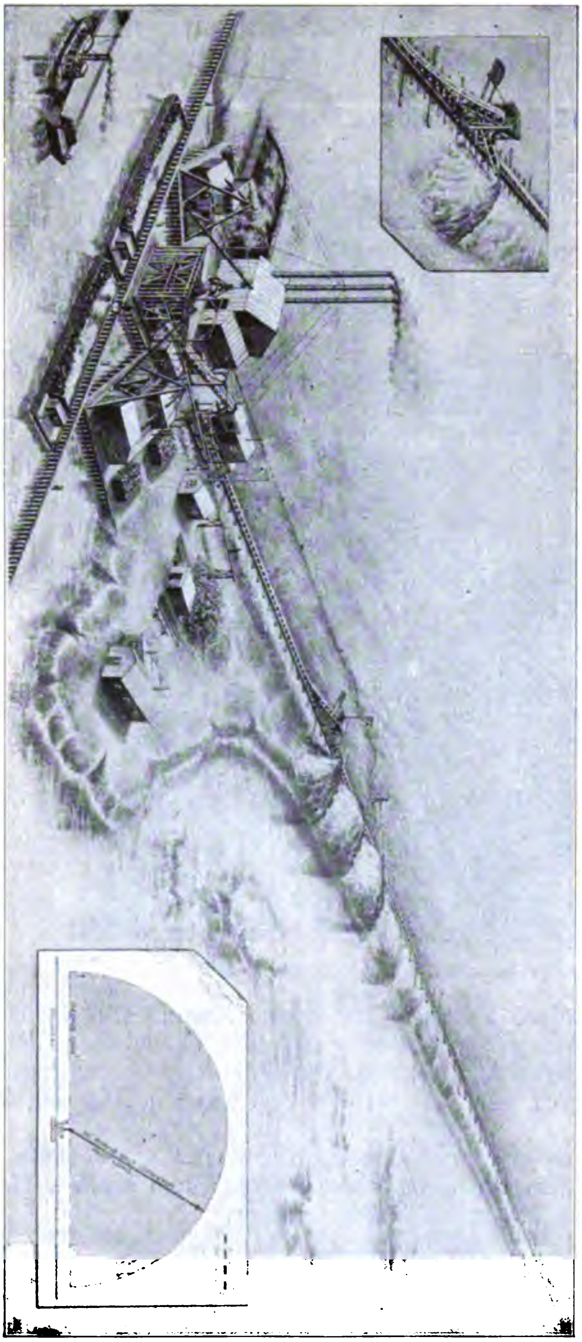


Abb. 849—851. Mülltransporteure der Robins-Gesellschaft in New York.

Dazu sei bemerkt, dass die Beseitigung des Kehrichts mit Pferden über 5 km hinaus im allgemeinen als unwirtschaftlich angesehen wird, und ferner, dass die Bauart der Kehrichteimer ebenfalls von grosser Bedeutung für diese Frage ist.

Als zweites Beispiel, das zugleich eine ganz neuartige Verwendung von Gurtförderern (s. d.) zeigt, sei die in den Abb. 849—851 dargestellte, von der Robins-Gesellschaft in New York errichtete Anlage der O.Rourke Engineering Construction Co. in Rikers Island, N. Y., gewählt, wo täglich 3000 bis 4000 cbm Müll, Kehricht, Asche und Schutt aus Schiffen ausgeladen und auf einer grossen Fläche niedrig gelegenen Landes ausgebreitet werden. Die Schiffe werden durch ein paar Krane mittels vierschaliger Greifer in einen Hochbehälter entladen, welcher einen kurzen, 1520 mm (über $1^1/_2$ m!) breiten Gurtförderer speist. Derselbe trägt das Sammelgut zu einem rund 600 m langen Verteilungsband. Der Antrieb befindet sich am Aufgabeende, und der ganze Förderer wird gleichsam als Halbmesser eines Halbkreises, Abb. 850, mit der fortschreitenden Arbeit seitlich bewegt. Der Längsförderer gibt seine Last ab durch einen beweglichen Abwurfwagen, welcher seinerseits einen der Gesellschaft patentierten Querförderer, Abb. 851, trägt, durch welchen der Schutt auf eine ziemlich beträchtliche Entfernung nach der Seite geworfen wird. — Das geförderte Material wird „offiziell“ als Asche bezeichnet, besteht aber in Wirklichkeit zum grösseren Teil aus Scherben, Möbel-, Tapeten- und Stoffresten, Abfällen, Büchsen und wertlosen Lumpen, d. h. eigentlich jeder Gegenstand, den New York ausscheidet, findet seinen Weg über diese Bänder. Meines Wissens ist das die erste und einzige Anlage dieser Art, welche sich im übrigen recht gut bewährt haben soll [6].

Es sei nunmehr noch der hierhergehörigen Hamburger durchaus neuzeitlichen Einrichtungen gedacht, die an die Transportvorkehrungen hohe Ansprüche stellen, der nutzbringenden Beseitigung der sich namentlich in einer so verkehrsreichen Hafenstadt in grossen Mengen stetig ansammelnden Abfallstoffe.

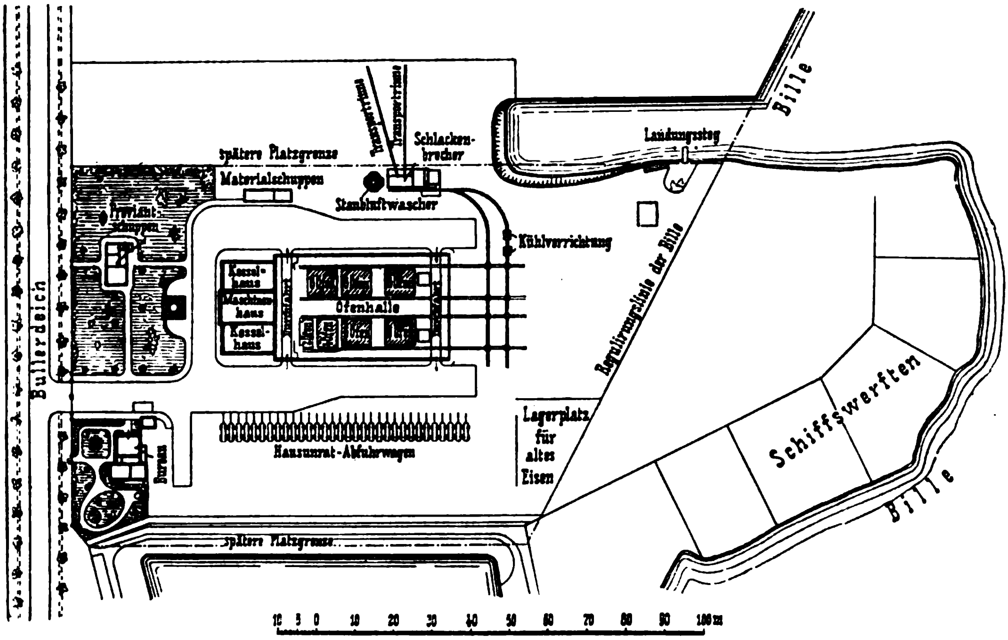


Abb. 852. Lageplan.
Abb. 852—856. Müllverbrennungsanstalt in Hamburg.

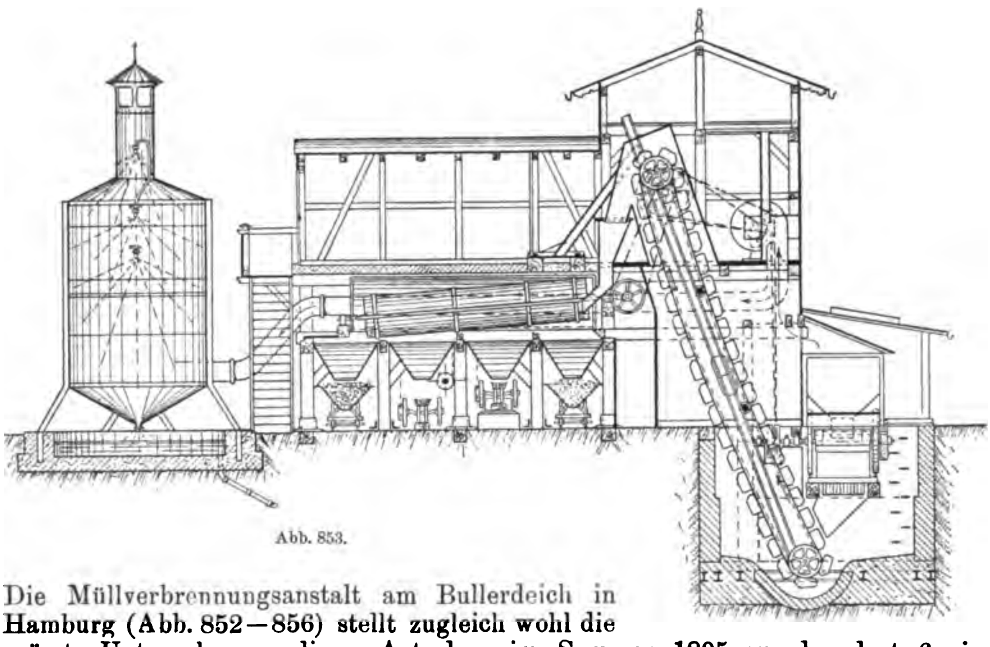


Abb. 853.

Die Müllverbrennungsanstalt am Bullerdeich in Hamburg (Abb. 852—856) stellt zugleich wohl die grösste Unternehmung dieser Art dar; im Sommer 1895 wurden dort 6, im Januar 1896 weitere 30 Oefen in Betrieb genommen. Nach [7] sei hier das die Bewältigung des Massengutes Betreffende mitgeteilt.

Der für die Verbrennungsanstalt gewählte Platz (Abb. 852) liegt unmittelbar an der Südostgrenze des Zufuhrgebietes und ist sowohl für den Land- als für den Wassertransport bequem zugänglich.

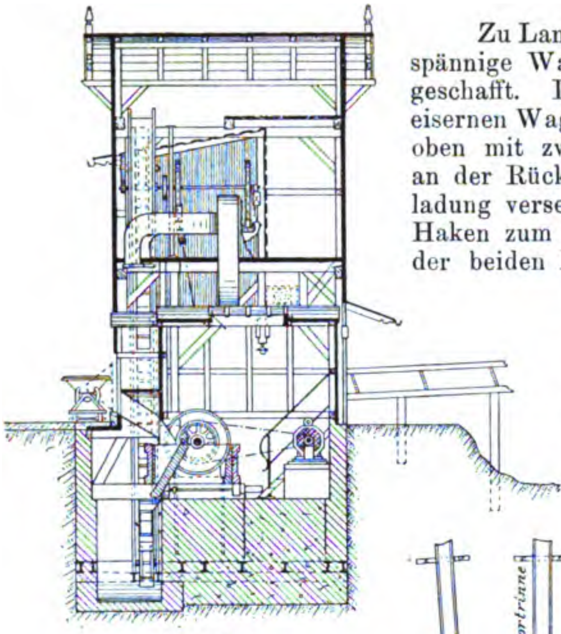


Abb. 854.

Zu Lande werden die Abfallstoffe durch zweispännige Wagen von rund 4 cbm Inhalt herangeschafft. Die Kasten der völlig wasserdichten eisernen Wagen sind vom Radgestell abhebbar und oben mit zwei Doppelklappen für die Beladung, an der Rückwand mit einer Klappe für die Entladung versehen. Seitlich befinden sich 4 grosse Haken zum Eingriff der Hubketten. Ueber jedem der beiden Hauptlängszüge in der grossen Ofenhalle, in der 36 Oefen zu Gruppen von je 6 vereinigt liegen, bewegt sich ein elektrischer Laufkran (von Nagel & Kaemp), welcher die Kasten der in den beiden vor Kopf der Ofenreihen angelegten gepflasterten Durchfahrten stehenden Wagen abhebt und über die Einschüttstelle der betreffenden Ofenzelle fährt. Dort wird mittels einer elektrischen Winde der Wagenkasten schräg gestellt und, nachdem seine Hinterklappe geöffnet ist, auf die Ofenplattform entleert (Abb. 856),

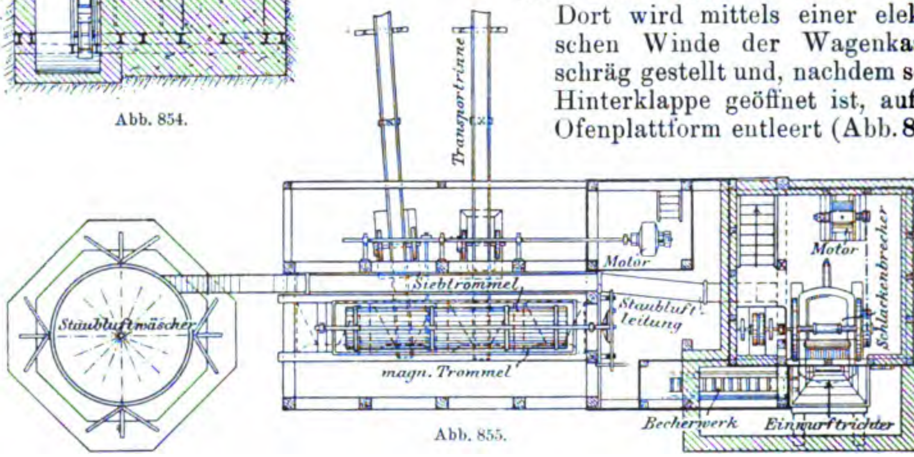


Abb. 855.

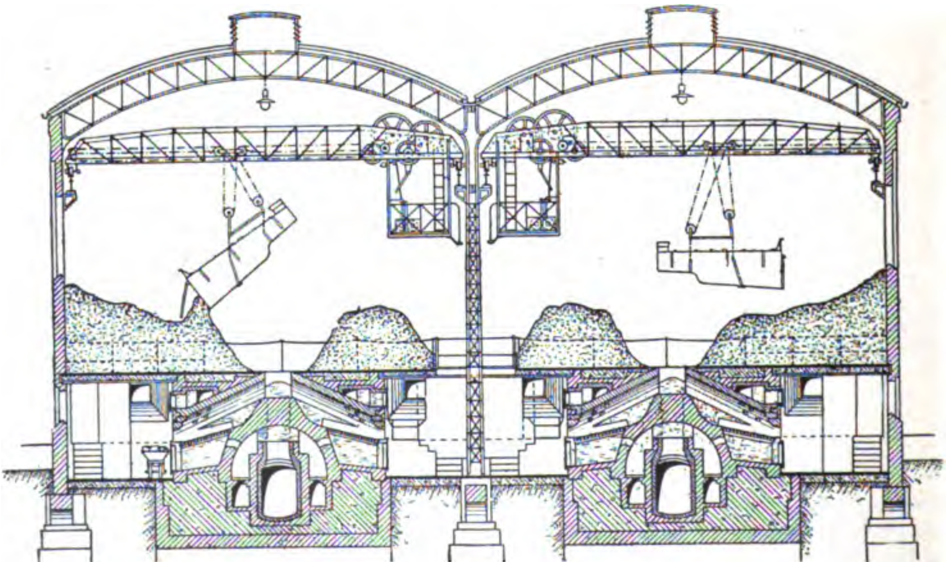


Abb. 856.

worauf der leere Kasten auf das Wagengestell zurückkehrt. Ein „Stopfer“ bringt den auf der Plattform liegenden Unrat mittels Schaufeln und besonderer Stopfeisen durch die Füllöffnung auf den Vor- oder Trockenherd der Oefen.

Letztere heizen Dampfkessel, deren Dampf von 6 Atmosphären Spannung die beiden im Maschinenhause stehenden Dampfdynamos von je 40 PS. betreibt, welche die elektrische Energie für die beiden elektrischen Krane, die Ventilatoren, die Schlackenbrechanlage mit Siebwerk und die Beleuchtung der Anstalt — 14 Bogenlampen zu 8 Ampère und 62 Glühlampen zu 25 N.-K. — erzeugen.

Die aus den Oefen geräumten Schlacken werden auf Kippwagen zunächst unter zwei ausserhalb der Ofenhalle stehende Kühlvorrichtungen und von dort, durch Wasserbrausen notdürftig abgekühlt, nach der Schlackenbrech- und -siebanlage (Abb. 853—855) gefahren, wo die Kippwagen in den unter Erdoberfläche stehenden Schlackenbrecher entleert werden. Die aus diesem in ein Becherwerk fallende zerkleinerte Schlacke wird in eine rotierende, mit drei verschiedenen Maschenweiten versehene Siebtrommel gefördert und aus ihr, nach drei Sorten getrennt, in Kippwagen aufgefangen. Nicht genügend gebrochene Teile sowie Metallteile u. dergl. werden am Ende der Trommel ausgeworfen und mit der Hand sortiert. Die ungenügend gebrochenen Schlackenteile werden wiederholt in den Schlackenbrecher geworfen, während die Metallteile zum Verkauf kommen. (In Jahresfrist sind rund 190000 kg Metall abgesetzt worden.) Die gebrochene Schlacke wird für Wegebauzwecke und zur Betonverarbeitung abgegeben und schon vielfach benutzt.

In dem Betriebsjahr vom 1. April 1896 bis zum 31. März 1897 sind in der Anstalt 47328 t Unrat verbrannt. Nach dem Ergebnis der letzten 8 Monate dieser Zeit (7 t pro Zelle) hätten mit den 36 Zellen in den in Frage kommenden 313 Arbeitstagen 78876 t vernichtet werden können.

Bezüglich weiterer Beispiele sei verwiesen auf den sehr ausführlichen, unter [1] aufgeführten Aufsatz von Dettmar: „Die Bedeutung der Müllverbrennung für die Elektrotechnik."

Literatur: [1] Buhle, T. H., I, S. 30 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 258); II, S. 81 (Glasers Annalen 1904, I, S. 13); III, S. 60 und 72 (Gewerbefleiss 1904, S. 276 und 286); S. 66 und 70 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 415 ff.; S. 86; S. 237 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 310); Glasers Annalen 1905, Bd. 57, Nr. 683; ferner: Wutthe, Die deutschen Städte, Abschnitt Tiefbau (von Klette, Dresden); Kölle, Das städtische Tiefbauwesen in Frankfurt a. M., 1903; Büsing, Die Städtereinigung, Stuttgart 1897; Dettmar, Elektrotechn. Zeitschrift 1907, S. 641 ff; ferner: Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 103; 1906, S. 1641; 1907, S. 275 u. S. 1559; Gesundheitsingenieur 1906, S. 729 u. s. w.; Deutsche Bauztg. 1907, S. 311 und 436; Henneking, Wochenschrift d. Architektenvereins Berlin 1907, S. 154 u. s. w. — [2] Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 82 ff. — [3] Kölle (s. [1]). — [4] Klette, Führer durch Dresden 1907. — [5] „Stahl und Eisen" 1907, S. 171 ff. — [6] Buhle, T. H., III, S. 237 (s. [1]); Ders., W. d. T. 1907. S. 440. — [7] Meyer, F. A., Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Braunschweig 1897, 3. Heft; vgl. auch Buhle, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 258; 1896, S. 358.

Schlussbemerkungen.

Zweifellos darf man auch in diesem Zusammenhange — und es gibt wohl kaum eine geeignetere Stelle dafür — mit Herrn Generaldirektor v. Oechelhäuser („Technische Arbeit einst und jetzt") aussprechen: „Die Vervollkommnung der Maschinen nimmt dem Arbeiter immer mehr alle körperlich schwere, mechanische und sich in geisttötender Weise wiederholende Arbeit ab, hebt sein geistiges Niveau und fördert sein Wohlbehagen in der Werkstatt und seine Genussfähigkeit ausserhalb derselben."

Die Entwicklung der Förder- und Lagermittel gibt einen trefflichen Massstab für die Entwicklung der Technik überhaupt. Gleichen Schritt halten die Forderungen und ausgeführten Hilfsmittel für die Geschwindigkeit mit denen für die Bewältigung der Menge; Schnellbetrieb und Massentransport bedingen und ergänzen einander.

Leider ist, wie einst der jetzige Direktor der Sächsischen Maschinenfabrik, vorm. R. Hartmann, A.-G., in Chemnitz — früher Oberingenieur von A. Bleichert & Co., in Leipzig —, Herr Dieterich, in einem Vortrag im Dresdener Bezirksverein deutscher Ingenieure ausführte, „leider ist die Technik der Verladeeinrichtungen und der Massentransporte auf kürzere Entfernungen lange Zeit hindurch von der Grossindustrie nicht mit der Sorgfalt behandelt und auf dieselbe Art gepflegt wie etwa die Technik des Eisenbahn- oder Schiffahrtsbetriebes oder des Werkzeugmaschinenbaues. Ein Grund für diese Erscheinung mag wohl darin gelegen haben, dass im allgemeinen Güterbewegungen durchaus unproduktive Arbeiten darstellen, die mit den produktiven Arbeiten, der Erzeugung von Form und Grösse, in keinerlei Zusammenhang stehen. Da, wo Herstellungsarbeiten der Güter diesen selbst einen hohen eignen Wert verleihen oder wo ihr Rohmaterial selbst einen hohen eignen Wert besitzt, kommt ja die Frage der Bewegung der Rohstoffe und Halbfabrikate zwischen den einzelnen Fabrikationsstadien sowohl wie nachher zum Zwecke des handelsmässigen Vertriebes nicht so sehr in Frage als bei denjenigen Massengütern, deren Eigenwert ein ausserordentlich geringer ist, wie zum Beispiel bei der Steinkohle. Man muss immer an dem Satz festhalten, dass, je geringer der Wert eines Gutes ist, um so grösser der Einfluss der Transporteinrichtungen, die mit dem Gute in Berührung kommen, auf dessen endgültige Preisgestaltung wird." Die Weltlage verlangt, wie gesagt, eine zunehmende Bewertung des Zeitfaktors; das beweist am besten das nicht zu leugnende, auf allen Gebieten der Industrie in den letzten Jahren das Erwerbsleben scharf kennzeichnende Hindrängen auf Schnell- und Massenbetriebe bei grösstmöglicher Ersparnis an Zeit und Arbeitsmitteln, und diese Tatsache bedingt in erster Linie die Ausschaltung des Menschen als Kraftmaschine, insbesondere an den Stellen, wo auch hygienische und soziale Rücksichten die gleichen Forderungen stellen.

Anhang.

Aus der grossen Zahl der überaus günstigen Urteile der Fachpresse über den I. Teil von des Verfassers zur Vorbereitung des vorliegenden Werkes geschriebenen (vergriffenen) Buche „Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Massengütern)" seien folgende hervorgehoben:

Das Centralblatt der Bauverwaltung schreibt in seiner Nummer vom 12. Juni 1901 auf S. 288:

Der Verfasser hat sich bereits im Jahre 1899 durch eine Veröffentlichung über Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle (Berlin, Verlag von Georg Siemens[1]) als tüchtiger Fachmann auf einem Gebiet bei uns eingeführt, das vor ihm noch keine zusammenhängende Bearbeitung gefunden hatte, so ungemein wichtig in der neuesten Zeit auch gerade die der Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern dienenden Einrichtungen geworden sind, deren wirtschaftliche Bedeutung mit der Ausdehnung der Betriebe derart gewachsen ist, dass der Geschäftsführer des Vereins deutscher Eisenhüttenleute im verflossenen Jahre allein schon im Hinblick auf die Eisenindustrie die Bildung einer Gesellschaft für Verbilligung der Massenbewegung nach dem Vorbild der gleichartigen Studiengesellschaft für elektrischen Schnellbetrieb glaubte anregen zu können. Freilich handle es sich — so fügt er hinzu — „ohne in eine Kritik darüber eintreten zu wollen, ob die solcher Gesellschaft zufallende Tätigkeit nicht eigentlich als eine selbstverständliche Aufgabe unsrer Eisenbahnen anzusehen ist und ohne den Wert einer Erhöhung der Schnelligkeit im Personen- und Postverkehr zu verkennen" — bei den Zielen der Studiengesellschaft für die Schnellbahn mehr „um die Befriedigung eines Luxus, bei der von ihm angeregten dagegen um die Lösung einer wirtschaftlichen Aufgabe von weittragendster Bedeutung für unser Vaterland".

Welche Bedeutung der schnelleren Personenbeförderung im Sinne der Studiengesellschaft zukommt, ist hier gewiss nicht zu erörtern, man wird dem aber ohne weiteres zustimmen, dass sie nicht entfernt heranreicht an das, was von der Verbilligung und Vervollkommnung der Bewegung von Massengut zu erwarten ist. Es genügt, zur Bekräftigung auf den immer mehr sich zuspitzenden Wettkampf hinzuweisen, der auf dem wirtschaftlichen Gebiet zwischen den Völkern der Neuen und Alten Welt entbrannt ist.

Dass sich der Verfasser der vorliegenden neuen Arbeit an der für das Jahr 1896/97 gestellten einschlägigen Beuth-Preisaufgabe, und zwar mit dem Erfolg des ersten Preises, beteiligt hat, hatte für die Allgemeinheit die erfreuliche Folge, dass er dem Sondergebiet, auf dem sich die Preisaufgabe bewegte, hinfort seine ganze Kraft widmete. Wir lesen im Vorworte zu dem neuen Werke, mit welcher Freudigkeit er sich der Sache hingegeben hat, für die ihm in seiner jetzigen Tätigkeit als Assistent an der Technischen Hochschule in Berlin die erwünschte Förderung zuteil wurde, die ihm hoffentlich dauernd erhalten bleiben wird — zum Besten der wichtigen Sache.

Der Veröffentlichung aus dem Jahre 1899 — die auch die Bearbeitung der Preisaufgabe enthielt — hat der Verfasser eine Reihe weiterer Veröffentlichungen, vorwiegend in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, ferner in Schillings Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, sodann im Centralblatt der Bauverwaltung folgen lassen, in denen er mit rastlosem Fleiss den Gegenstand weiterverfolgte. Das Ergebnis dieser weiteren, nur teilweise auf die vorhandene Zeitschriftenliteratur des In- und besonders des Auslandes, in höherem Masse auf eigne Studien an Ort und Stelle und bei den ausführenden Werken sich stützenden Studien liegt hier in einer aufs reichste mit Abbildungen versehenen, auch im übrigen trefflich ausgestatteten Sammlung der bisher veröffentlichten Aufsätze vor. Diese Art zu veröffentlichen, hat das Gute, dass die Arbeit stückweise vollendet und das Vollendete dem Leserkreis bereits frühzeitig in der Fachpresse zugänglich gemacht werden kann, gleichzeitig bietet sich so auch dem Bearbeiter eine nicht unerwünschte Erleichterung bei seiner veröffentlichenden Tätigkeit. Anderseits ist nicht zu verkennen, dass in der späteren Zusammenfassung diese Entstehungsweise nicht mehr verwischt werden kann und hier und da Wiederholungen vorkommen müssen, sich auch teilweise wohl eine andre Gliederung des Stoffes herausstellt, als andernfalls gewählt worden wäre. Der Praktiker urteilt freilich in dieser Beziehung sehr häufig anders: ihm ist mit schön wissenschaftlich geordneten Werken meist weniger gedient als mit solchen, die ihm recht bald die besten Beispiele ausgeführter Anlagen, zumal geordnet für sein besonderes Fach, bieten. Der Verfasser hat jedenfalls im Vorwort keinen Zweifel darüber gelassen, dass das Buch nicht anders als in dem hier erörterten Sinne gewollt ist, insbesondere, da die Anfragen nach den von ihm veröffentlichten Sonderaufsätzen nicht nachliessen.

Dem hier vorliegenden Buche sollen weitere folgen; es ist der erste Band eines grösser angelegten Gesamtwerkes, dessen weiteren Bänden wir mit berechtigter Erwartung entgegensehen dürfen. Es ist unmöglich, aus der reichen Fülle des Gebotenen auch nur das Wichtigste herauszugreifen. Wir sehen aber überall, dass wir den Amerikanern allmählich nachfolgen, und der Berliner Leser findet in dem Buche recht beachtenswerte Anwendungsbeispiele, die sich

[1]) Centralblatt der Bauverwaltung 1899, S. 360.

auf die Hauptstadt beziehen. Das nähere Studium des Buches, dem die wohlverdiente Anerkennung zuteil werden möge, müssen wir dem Leser überlassen.

„Stahl und Eisen" schreibt am 1. Juli 1901:

Die Gestehungskosten eines jeden Fabrikats setzen sich zu einem wesentlichen Teile aus den Arbeitslöhnen zusammen, und dieser Faktor spielt eine um so grössere Rolle, je mehr sich die Fabrikationsstufe dem Rohstoffe nähert. Für die Prosperität der Eisenindustrie ist deshalb ein durch zweckensprechende Vorrichtungen möglichst zu verbilligender Transport von Erzen, Kohlen und andern Rohstoffen eine der wichtigsten Fragen. Dass nach dieser Richtung hin trotz bedeutender Fortschritte noch vieles geschehen kann, um eine weitere Verbilligung der Transportkosten herbeizuführen, und zwar ebensowohl bei dem Eisenbahntransport wie bei der Gewinnung, Ein- und Ausladung, darauf wird in den Fachzeitschriften des In- und Auslandes fortgesetzt hingewiesen, und auch in den Versammlungen des Vereines deutscher Eisenhüttenleute ist diese Notwendigkeit immer wieder betont worden. Mehr und mehr ist denn auch das Studium der Hilfsmittel für Förderung und Stapelung von Massengütern zu einem Spezialstudium geworden, dem man im Interesse der Wirtschaftlichkeit unsrer Industrie — denn diese hängt direkt davon ab — nur wünschen kann, dass sich ihm recht viele und tüchtige Ingenieure zuwenden. Mit Freuden begrüssen wir daher auch ein diesem Spezialfach gewidmetes bedeutsames Werk, dessen Erscheinen soeben beginnt. Regierungsbaumeister Buhle, durch seine Veröffentlichungen in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure der Fachwelt bestens bekannt, hat es unternommen, die technischen Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Massengüter) systematisch zusammenzustellen und an Hand zahlreicher sauber ausgeführter Zeichnungen zu erläutern. — Dem ersten Teil des Buches wird voraussichtlich bald ein zweiter und eventuell auch noch ein dritter und vierter folgen. Wir können nur wünschen, dass die ihrer wirtschaftlichen Bedeutung nach lange Zeit bei weitem nicht entsprechend gewürdigte Frage des billigsten Transportes durch das Werk die wünschenswerte Förderung erfährt.

Von den Urteilen der Fachpresse über den II. Teil des genannten (ebenfalls vergriffenen) Werkes seien folgende wiedergegeben:

Zentralblatt der Bauverwaltung, 25. Januar 1905, S. 56:

Ueber den I. Teil dieses bedeutsamen Werkes haben wir auf S. 288 des Jahrgangs 1901 d. Bl. eingehend berichtet. Das dort gespendete Lob gebührt uneingeschränkt auch dem vorliegenden II. Teil. Die Technik der Beförderung und Lagerung der Massengüter ist eine Frucht der neuesten Zeit; binnen kürzester Frist hat sie sich zu höchster Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit der Grossbetriebe der mannigfachsten Art entwickelt. So ist denn das Buhlesche Werk von Haus aus des weitestgehenden Interesses sicher. Dass es dieses Interesse verdient, dafür bürgt in erster Linie der Name des Verfassers, der wie kein zweiter berufen ist, den eigenartigen und vielgestaltigen, weit verstreuten Stoff zu behandeln. Die einzelnen Abschnitte geben einen Einblick in die Entwicklung, welche die Massengüterbeförderung und -lagerung genommen hat, und bieten dem Fachmann eine reiche Fülle des Belehrenden und Anregenden. Der I. Band des Buhleschen Werkes ist bereits seit geraumer Zeit vergriffen; dasselbe freudige Geschick wird auch dem vorliegenden Bande beschieden sein. Möge der Verfasser seine Zusage recht bald erfüllen, den III. Band folgen zu lassen, und möge alsdann, nachdem das eigenartige Thema eine weitere Ausbildung und Erklärung erfahren haben wird, Herr Professor Buhle auch das fernere Versprechen baldigst einlösen, das ganze Gebiet zu überarbeiten und ein einheitliches Werk zu schaffen, in welchem unsrer heimatlichen technischen Literatur ein Buch eingefügt werden würde, das nach Form und Inhalt einzig dastände.

„Elektrische Bahnen und Betriebe" 1905, Heft 4, S. 78 ff.:

Der technischen Literatur fehlte bisher eine zusammenhängende Bearbeitung der Einrichtungen zur Lagerung und Bewegung von Massengut. Wer auf diesem umfangreichen und immer wichtiger werdenden Sondergebiet sich näher unterrichten wollte, war früher in erster Linie auf das zeitraubende und kostspielige Studium ausgeführter Anlagen und erst in zweiter auf vereinzelte Aufsätze in Fachblättern angewiesen. Es ist Buhles Verdienst, dass er durch eine Anzahl wertvoller Abhandlungen, die seit 1898 in verschiedenen technischen Zeitschriften erschienen sind, das Gebiet in eine ganz andre Beleuchtung rückte. Sein weiteres Verdienst besteht darin, dass er sich entschlossen hat, jene auf Grund vielfacher Reisen veröffentlichten Studien zusammenzufassen und der Fachwelt in Form eines Sammelwerks darzubieten. Der erste Teil erschien 1901; dass er inzwischen vergriffen ist, bestätigt, wie sehr durch sein Erscheinen einem wirklichen Bedürfnis abgeholfen wurde. Der vorliegende zweite Teil wandelt die nämlichen Wege wie der erste. Wie schon das Inhaltsverzeichnis erkennen lässt, greifen alle zwölf Abschnitte des Buches tief in die verschiedenartigsten technischen Betriebe ein. Der letzte Abschnitt ist der umfangreichste und wohl auch der bemerkenswerteste; in ihm werden die Getreidelager in Aus- und Einfuhrhäfen sowie die landwirtschaftlichen Kornhäuser und Mühlenspeicher eingehend besprochen. Das Bild, das hier über den Weltgetreideverkehr vorgeführt wird, dürfte in technischer Beziehung kaum zu übertreffen sein, bringt aber auch in wirtschaftlicher und geschichtlicher Hinsicht zahlreiche wertvolle Angaben. Es wäre zu wünschen, dass eine ähnliche Ergänzung auch für andres wichtiges Massengut, z. B. für die Kohle, in einer späteren Auflage folgen möchte.[1])

Sehr zu begrüssen ist es, dass der Verfasser in der Vorrede des zweiten Teils nicht allein das Erscheinen eines dritten Teils auf Grund der bereits veröffentlichten Einzelaufsätze in Aus-

[1]) Vergl. übrigens: Berg- und Hüttenmännische Rundschau 1905, S. 190 ff., „Die Weltproduktion von Kohle und Eisen" (für 1903) von Oskar Simmersbach. D. Verf.

sicht stellt, sondern dass er auch beabsichtigt, durch Ueberarbeitung des gesamten Stoffes eine Art Lehrbuch der Massenförderung und -lagerung herauszugeben. In ihm sollen zugleich wissenschaftliche Betrachtungen sowie Formeln und Tabellen (an denen es bisher fast vollständig in der Literatur fehlte) Aufnahme finden. Uebrigens sei bemerkt, dass der vom Verfasser für die nächste Auflage des Taschenbuchs der „Hütte“ übernommene Abschnitt über Massenförderung bereits in diesem Sinne bearbeitet wird.

Wir schliessen mit dem Ausdruck der Ueberzeugung, dass auch der vorliegende, reich mit Abbildungen ausgestattete, in knapper, klarer Form geschriebene Band sich zahlreiche Freunde erwerben und dadurch weiter zur Lösung der hochwichtigen Frage der Verbilligung des Transports von Massengut beitragen wird.

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1904, S. 1505:

Der Verfasser hat es sich in diesem Buche wie in seinen früheren Veröffentlichungen zur Aufgabe gemacht, die beteiligten Kreise mit der grossen technischen und wirtschaftlichen Bedeutung des Massentransportwesens vertraut zu machen und die weitere Entwicklung der reichen technischen Hilfsmittel dieses rasch aufwärtsstrebenden Gebietes durch Schilderung der neuesten Erscheinungsformen zu fördern. In dem 1901 erschienenen I. Bande des Werkes ist er dieser Aufgabe mit Erfolg gerecht geworden, wie die Tatsache zeigt, dass dieser Band bereits 1903 vergriffen war. Auch der nunmehr vorliegende, gleichfalls gediegen ausgestattete, mit klaren Erläuterungen und zahlreichen vorzüglichen Abbildungen versehene II. Band wird in nicht geringerem Masse einem Bedürfnis entgegenkommen und darf daher gleichfalls auf die Anerkennung der Leser rechnen.

Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1904, II, S. 32:

Der II. Band des Werkes hat die gespannte Erwartung, mit der man seiner Veröffentlichung entgegensah, voll erfüllt, wenn nicht übertroffen. Es ist bei der Mannigfaltigkeit des Inhaltes leider unmöglich, auf eine Besprechung sämtlicher zwölf Abschnitte einzugehen. Jeder von ihnen bietet eine Fülle von Mitteilungen und Anregungen aus dem grossen Gebiet der Verkehrsindustrie. Das Werk ist reich mit wertvollen Tafeln und Textabbildungen ausgestattet; namentlich gilt dies von Abschnitt XII (Förderanlagen und Speicher für Getreide), worin der hierin hochentwickelte deutsche Maschinenbau in wirkungsvoller Weise zur Geltung kommt.

Ueber den III. **Band** wird u. a. wie folgt geurteilt:

Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architektenvereins 1907, Nr. 2, S. 35 ff.:

Dem I. und II. Teile des Werkes über die technischen Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Massengütern von Prof. M. Buhle ist nunmehr auch der III. Teil gefolgt, der sich in Form und Inhalt seinen Vorgängern würdig anschliesst. Auch dieser Teil stellt sich als eine Zusammenfassung der vom Verfasser seit dem Erscheinen der beiden früheren Bände in verschiedenen Fachzeitschriften veröffentlichten Abhandlungen über das den Gegenstand dieses Werkes bildende Thema dar und enthält eine Fülle überaus schätzenswerten Materiales, das infolge der Entstehungsweise dieses Werkes einer systematischen Gliederung nach bestimmten bau- oder betriebstechnischen Gesichtspunkten wohl noch entbehrt, dessenungeachtet aber schon in seiner jetzigen Form von grossem praktischen Werte ist, weil es eine die Bewunderung der Fachwelt geradezu herausfordernde Reichhaltigkeit aufweist und den schon in den früheren Bänden enthaltenen Schatz an Massentransportmitteln durch die Behandlung und kritische Erörterung vieler neuerer Fortschritte auf diesem Gebiete noch wesentlich vermehrt. Nicht nur als eine an sich sehr erfreuliche Erscheinung, sondern insbesondere auch als ein Fortschritt, dessen Herbeiführung gewiss nicht in letzter Linie dem so überaus verdienstvollen Wirken des Verfassers auf diesem Gebiete zu verdanken ist, verdient die in dem vorliegenden III. Teile bereits recht klar zutage tretende Tatsache hervorgehoben zu werden, dass die deutsche Industrie, die sich stets durch rasches und richtiges Erfassen der ihr und ihrer weiteren Entfaltung von den Bedürfnissen der Praxis vorgezeichneten Richtungen hervorgetan hat, auch auf diesem Gebiete bereits mit der Vollkraft ihrer hohen technischen Entwicklung und Leistungsfähigkeit eingesetzt und schöne Erfolge erzielt hat; vor allem sind in dieser Hinsicht die zahlreichen Ausführungen der verschiedenartigsten Hilfsmittel für den Massengüterverkehr der Firma Bleichert & Co. in Leipzig, dann die Konstruktionen von J. Pohlig, A.-G., in Cöln, von Unruh & Liebig in Leipzig, von Amme, Giesecke & Konegen in Braunschweig und viele andre zu nennen. Es wäre überflüssig, heute, wo die Erkenntnis von der technischen und wirtschaftlichen Bedeutung einer rationellen, Zeit und Kraft sparenden Behandlung von Massengütern bei deren Fern- und Nahtransport sowie bei deren Lagerung schon in weiten Kreisen triebkräftige Wurzeln gefasst hat, und wo die stetig fortschreitende Zentralisierung der Kraftstätten mit der dadurch bedingten Aufstapelung grosser Lagervorräte an Verbrauchs- oder Absatzmaterial mehr denn je auf die Anwendung mechanischer Hilfsmittel hindrängt, die Zweckmässigkeit einer solchen Anwendung an dieser Stelle noch des weiteren darlegen zu wollen, bedürfte es aber noch eines Beweises — das ausgezeichnete Werk Professor Buhles bringt ihn so anschaulich und unwiderlegbar zum Bewusstsein, dass angesichts der erdrückenden Fülle des dargebotenen Materiales jeder Zweifel wohl verstummen muss. Wenn mit diesem Werk auch wirklich nichts andres erreicht würde, als nur die Fachkreise auf die Bedeutung dieses technischen Spezialgebietes aufmerksam zu machen und sie zur weiteren Arbeit auf demselben anzuregen, so wäre dies allein schon ein Erfolg von grösster Bedeutung, weil sich seine Wirkungen nicht nur auf das technische Gebiet beschränken, sondern tief hineingreifen in das Gebiet der Volkswirtschaft. Gerade darin liegt der hohe Wert der mühevollen Arbeit Professor Buhles für die Allgemeinheit, und deshalb ist es

wohlberechtigt, wenn mit dem Ausdrucke uneingeschränkter Anerkennung der lebhafte Wunsch gepaart wird, es möge dem Verfasser gegönnt sein, das bedeutsame Werk recht bald durch die geplante systematische Ordnung seines reichen Inhaltes auch in formeller Beziehung zu vervollkommnen, damit es auch als Lehrbuch den seinem Inhalte entsprechenden hohen Rang dauernd behaupten kann.

Zentralblatt der Bauverwaltung 1907, Nr. 17, S. 119 ff.:

... Besonders wertvoll ist das von dem Verfasser aufgestellte Sachverzeichnis, welches die wichtigsten Stichwörter aus dessen den Massentransport behandelnden Büchern enthält, und zwar unter Hinzufügung der Zeitschriftenstellen, an denen die betreffenden Angaben zuerst gemacht worden sind. Wie nicht anders zu erwarten war, hat sich bei den massgebenden staatlichen, privaten und städtischen Kreisen die Ueberzeugung durchgerungen, dass die Zeit und Arbeit sparenden Transportmaschinen zu den wichtigsten Hilfsmitteln unsrer im Zeichen des Verkehrs stehenden Zeit zählen. Der vorliegende III. Teil des Buhleschen Werkes ist der gleichen freudigen Aufnahme in den zahlreichen beteiligten Kreisen gewiss wie seine Vorgänger und in hervorragendem Masse berufen, das Verständnis für die hohe wirtschaftliche Bedeutung sachgemässer Förder- und Lagermittel für Massengüter zum Allgemeingut unsrer Produzenten und Kaufleute zu machen. Wir schliessen mit dem Wunsche, dass es dem Verfasser bald beschieden sein möge, eine planmässige Ordnung der gewaltigen Stoffülle in Gestalt einer Zusammenfassung und Ergänzung der nunmehr vorliegenden ersten drei Teile seines bedeutsamen Werkes zu bringen, zugleich mit einer eingehenden Würdigung der wirtschaftlichen Grundlagen und der volkswirtschaftlichen Folgeerscheinungen dieses noch jungen und doch so überaus wichtigen Zweiges der heutigen Technik.

„Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen" 1907, S. 58 (Nr. 3):

Als im Mai 1904 der zweite Band des Buhleschen Werkes erschien, durfte man kaum erwarten, dass bereits im September 1906 der dritte Band fertiggestellt sein würde. Die erstaunliche Fülle an Material, die auch in diesem Bande wieder auf mehr als 300 Druckseiten behandelt und in zahlreichen Abbildungen zur Darstellung gelangt ist, übertrifft selbst hochgespannte Erwartungen. Sie verkündet in eindringlicher Sprache die ungemeine Bedeutung, die sich die Anlagen zur Förderung und Lagerung von Getreide, Kohle, Erzen, Baustoffen und sonstigen Massengütern im Laufe des letzten Jahrzehntes auf allen technischen Gebieten und im Getriebe des Welthandels errungen haben. Von den 22 Abschnitten, in denen die seit 1904 vom Verfasser in verschiedenen Zeitschriften veröffentlichten Aufsätze und Vorträge zusammengefasst sind, seien hier nur die über neuere Getreidespeicher, neue amerikanische Güterwagen, über die Einrichtungen zum Löschen und Laden von Schiffen, die Umladung von Massengütern zwischen Schiffen und Eisenbahn sowie über Bewegung und Lagerung von Hüttenrohstoffen herausgegriffen. Damit soll aber nicht etwa angedeutet werden, dass die übrigen Abschnitte von geringerer Bedeutung seien: vielmehr stehen alle unter dem Zeichen der gewaltigen Entwicklung des neuen Gebietes. Man kann nur den Wunsch aussprechen, dass dem Verfasser recht bald die weitere Absicht gelingen möge, den reichen Inhalt seines Werkes systematisch zu überarbeiten und dadurch sowohl der technischen Wissenschaft wie der technischen Literatur einen neuen grossen Dienst zu erweisen.

Glasers Annalen für Gewerbe- und Bauwesen 1906, I, Nr. 712, 15. Februar, Literaturblatt S. 16:

Von dem umfassenden Werk ist nunmehr der dritte Band erschienen. Er empfiehlt sich durch dieselbe klare, fliessende Darstellung, dieselbe Reichhaltigkeit des Inhalts und dieselbe gediegene Ausstattung wie seine Vorgänger, so dass von einer besonderen Hervorhebung dieser bereits bekannten und allgemein gewürdigten Vorzüge abgesehen werden kann.

Wohl kein Gebiet der Technik konnte sich in letzter Zeit eines so raschen Aufschwungs erfreuen als das des Massentransportwesens. Während vor Jahrzehnten noch in den meisten Grossbetrieben der kostspielige und schwerfällige Handtransport mittels Karren, Körben und Säcken angewendet wurde, ist dieser jetzt durchweg durch Seil- und Förderbahnen, Greifer und Becherwerke, Förderbänder und Transporteure, Dampf-, Luftdruck- oder elektrische Lokomotiven verdrängt. Kippwagen, Selbstentlader, Huntsche Bahnen verringern die Umladekosten auf einen verschwindend kleinen Betrag und zeigen, wie durch geschickte Ausbildung des Transportes ganz ungewöhnlich hohe Ersparnisse erzielt werden können.

In der Natur der Sache liegt es, dass gerade auf diesem Gebiet nirgends eine Schematisierung oder ein schablonenhaftes Nachahmen vorhandener Ausführungen möglich ist. Vielmehr stellt jeder Industriezweig, ja jedes einzelne industrielle Unternehmen besondere Anforderungen. Welchem der zahlreichen vorhandenen Fördermittel in jedem einzelnen Fall der Vorzug gebührt, kann nur unter Durchprüfung aller vorliegenden Verhältnisse und möglichen konstruktiven Lösungen entschieden werden. Eine Durchprüfung in diesem Sinne setzt jedoch das Bekanntsein sämtlicher bestehender Systeme und Ausbildungsformen voraus. Es ist das unstreitige grosse Verdienst des Verfassers, dass er es unternommen hat, zunächst alles, was auf diesem Gebiet an bemerkenswerten und geistreichen Konstruktionen geschaffen wurde, zusammenzustellen. Die von ihm beabsichtigte spätere Umgestaltung und Sichtung seines Werkes wird das Einarbeiten in diesen eigenartigen und grösstenteils neuen Stoff wesentlich erleichtern und auch die bei der gewaltigen Inhaltsmenge jetzt leider noch fehlende Uebersichtlichkeit bringen.

„Stahl und Eisen" 1907, Nr. 8, S. 288:[1])

Der Verfasser gibt mit dem vorliegenden Bande eine Fortsetzung der Sammlung seiner Vorträge und Aufsätze, also eine Zusammenstellung der über viele Fachschriften verstreuten

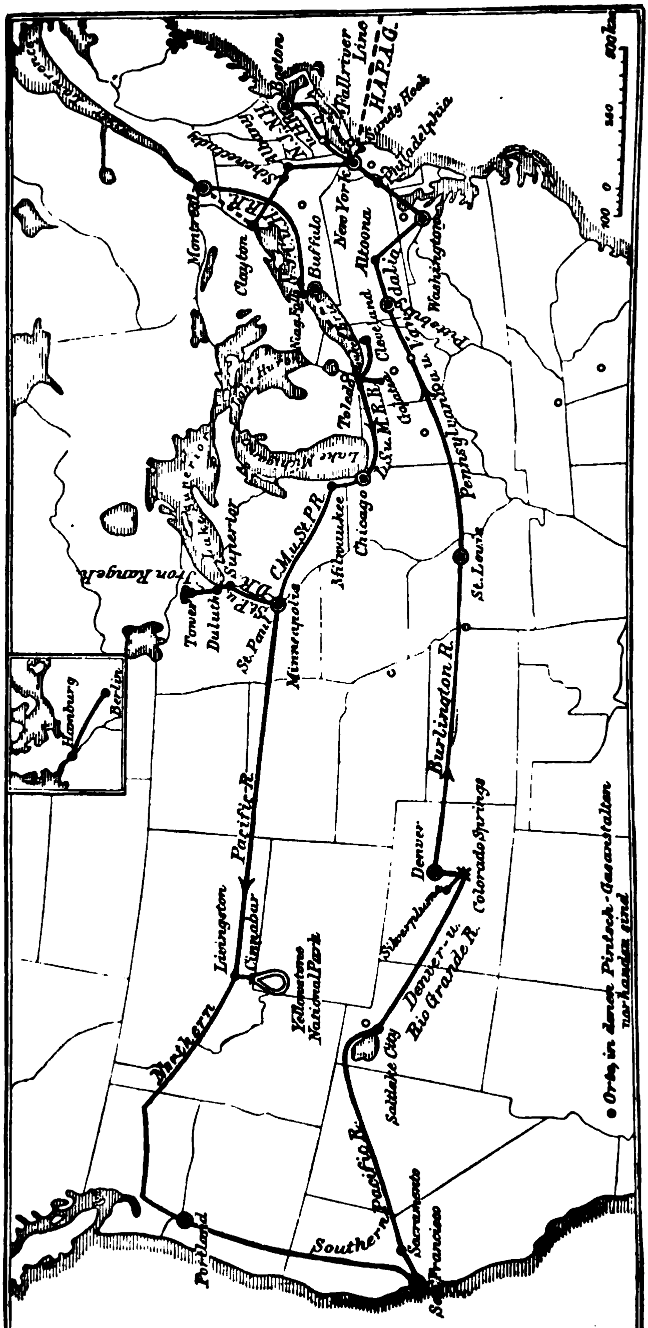
[1]) Vergl. „Stahl und Eisen" 1901, Nr. 13, S. 724 und 1904, Nr. 19, S. 1155.

Arbeiten, die wie die früheren Ausgaben einer guten Aufnahme sicher sind. Nachdem nunmehr drei Bände vorliegen, ist aber eine Ueberarbeitung des Ganzen dringend erforderlich, und zwar, um Wiederholungen zu vermeiden, eine systematische Ordnung durchzuführen.

Der vorliegende Band zerfällt in 22 Abschnitte, entsprechend der Anzahl der Vorträge und Aufsätze, deren zweiundzwanzigster in Form eines Anhanges Erweiterungen und Nachträge der ersten Abschnitte enthält. In diesem Anhange ist auch der bekannte Vortrag des Herrn Dr.-Ing. E. Schrödter über die Frage der Gütertarife aufgenommen, da er die Bestrebungen des Verfassers, die wirtschaftliche Bedeutung der Transportfrage hervorzuheben, auf das wirksamste unterstützt.

„Elektrotechnische Zeitschrift" 1907, S. 1043:

In diesem III. Teil seines unter obigem Titel weitergeführten, umfangreichen Werkes lässt der Verfasser eine Zusammenfassung seiner in verschiedenen technischen Zeitschriften veröffentlichten, teilweise erweiterten Aufsätze und Vorträge erscheinen. Seinem Vorworte nach bleibt es zunächst dahingestellt, ob vor dem Erscheinen eines etwaigen IV. Teiles eine systematische Bearbeitung des gesamten Materials sich bewerkstelligen lassen wird. Eine solche zusammenfassende und gliedernde Bearbeitung, als Hand- und Lehrbuch durchgeführt, muss aber heute als ein unabweisbares und geradezu als ein dringendes Bedürfnis der Zeit bezeichnet werden, das nicht nur vom Fachmann des fraglichen Gebietes, sondern in weiten Interessentenkreisen empfunden wird. Ganz besonders empfindlich ist der Mangel einer solchen systematischen Stoffbehandlung für die technischen Schulen aller Grade, die unmöglich noch lange damit zögern dürfen, dieses wirtschaftlich bedeutende Gebiet der Technik in den Kreis ihres Unterrichtsbetriebes aufzunehmen. Die Schaffung einer Grundlage, welche sowohl die rechnerischen als auch die konstruktiven Gesichtspunkte klarlegt, ist hier des Schweisses der Edlen wert. Möge der Verfasser, ermuntert durch die anerkennende Aufnahme seiner Veröffentlichungen[1]) und getreu seinen Ausführungen im Vorworte zum I. Teil seines Werkes, es sich angelegen sein lassen, diesem Bedürfnisse zu entsprechen.



Des Verfassers ausgedehnteste Reise zum Studium der Massenbewegung (im Jahre 1898).

[1]) Vgl. a. „Stahl und Eisen" 1900, S. 564 und 825.

Sachverzeichnis.

(Die Klammern [ ] enthalten die ursprünglichen Zeitschriftenstellen.)